

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-074626

(43)Date of publication of application : 15.03.2002

(51)Int.Cl. G11B 5/39
G01R 33/09
H01F 10/32
H01L 43/08

(21)Application number : 2000-268604

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 05.09.2000

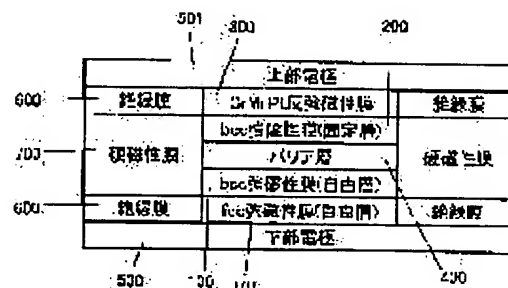
(72)Inventor : SOEYA SUSUMU
ARAI REIKO
HAYAKAWA JUN

(54) SPIN TUNNEL TYPE MAGNETORESISTANCE EFFECT HEAD AND MAGNETIC RECORDING AND REPRODUCING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a spin tunnel type magnetoresistance effect head which can output higher output than that of conventional structure by applying a bcc ferromagnetic film having high spin polarizability to a free layer and a fixed layer.

SOLUTION: Both ferromagnetic films adjacent to a barrier layer 400 are composed of the bcc ferromagnetic films (the free layer 100, the fixed layer 200). Soft magnetic characteristics of the free layer are secured by disposing a fcc ferromagnetic film 101 on the lower side of the bcc ferromagnetic film 100. Impartation of an exchange coupled magnetic field to the bcc ferromagnetic film (fixed layer) 200 is performed by a CrMnPt anti-ferromagnetic film 300.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

05.09.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application converted
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Tunnel barrier layer. The antiferromagnetism film which exerts a switched connection magnetic field on the free layer which it is arranged at one aforementioned tunnel barrier layer side, and the magnetization direction becomes from the ferromagnetic which changes freely according to an external magnetic field, the fixed bed which consists of a ferromagnetic to which it has been arranged at the another side side of the aforementioned tunnel barrier layer, and the magnetization direction was fixed, and the aforementioned fixed bed. It is the spin tunnel type magnetoresistance-effect head equipped with the above, and the aforementioned fixed bed is a bcc ferromagnetic and it is characterized by the aforementioned antiferromagnetism film being a CrMn system antiferromagnetism film which has an irregular phase.

[Claim 2] Tunnel barrier layer. The antiferromagnetism film which exerts a switched connection magnetic field on the free layer which it is arranged at one aforementioned tunnel barrier layer side, and the magnetization direction becomes from the ferromagnetic which changes freely according to an external magnetic field, the fixed bed which consists of a ferromagnetic to which it has been arranged at the another side side of the aforementioned tunnel barrier layer, and the magnetization direction was fixed, and the aforementioned fixed bed. It is the spin tunnel type magnetoresistance-effect head equipped with the above, and the aforementioned fixed bed has the laminated structure of the bcc ferromagnetic arranged at the aforementioned tunnel barrier layer side, and the fcc ferromagnetic arranged at the side far from the aforementioned tunnel barrier layer, and the aforementioned antiferromagnetism film is characterized by being the antiferromagnetism film which has the face-centered tetragon structure of a rule phase.

[Claim 3] Tunnel barrier layer. The antiferromagnetism film which exerts a switched connection magnetic field on the free layer which it is arranged at one aforementioned tunnel barrier layer side, and the magnetization direction becomes from the ferromagnetic which changes freely according to an external magnetic field, the fixed bed which consists of a ferromagnetic to which it has been arranged at the another side side of the aforementioned tunnel barrier layer, and the magnetization direction was fixed, and the aforementioned fixed bed. It is the spin tunnel type magnetoresistance-effect head equipped with the above, and the aforementioned free layer is characterized by having the laminated structure of the bcc ferromagnetic arranged at the aforementioned tunnel barrier layer side, and the fcc ferromagnetic arranged at the side far from the aforementioned tunnel barrier layer.

[Claim 4] Tunnel barrier layer. The antiferromagnetism film which exerts a switched connection magnetic field on the free layer which it is arranged at one aforementioned tunnel barrier layer side, and the magnetization direction becomes from the ferromagnetic which changes freely according to an external magnetic field, the fixed bed which consists of a ferromagnetic to which it has been arranged at the another side side of the aforementioned tunnel barrier layer, and the magnetization direction was fixed, and the aforementioned fixed bed. It is the spin tunnel type magnetoresistance-effect head equipped with the above, and is characterized by being the CrMn system antiferromagnetism film with which the aforementioned free layer has the laminated structure of the bcc ferromagnetic arranged at the aforementioned tunnel barrier layer side, and the fcc ferromagnetic arranged at the side far from the aforementioned tunnel barrier layer, the aforementioned fixed bed is a bcc ferromagnetic, and the aforementioned antiferromagnetism film has an irregular phase.

[Claim 5] Tunnel barrier layer. The antiferromagnetism film which exerts a switched connection magnetic field on the free layer which it is arranged at one aforementioned tunnel barrier layer side, and the magnetization direction becomes from the ferromagnetic which changes freely according to an external magnetic field, the fixed bed which consists of a ferromagnetic to which it has been arranged at the another side side of the aforementioned tunnel barrier layer, and the magnetization direction was fixed, and the aforementioned fixed bed. Are the spin tunnel type magnetoresistance-effect head equipped with the above, and the aforementioned free layer has the laminated structure of the bcc ferromagnetic arranged at the aforementioned tunnel barrier layer side, and the fcc ferromagnetic arranged at the side

far from the aforementioned tunnel barrier layer. The aforementioned fixed bed has the laminated structure of the bcc ferromagnetic arranged at the aforementioned tunnel barrier layer side, and the fcc ferromagnetic arranged at the side far from the aforementioned tunnel barrier layer, and the aforementioned antiferromagnetism film is characterized by being the antiferromagnetism film which has the face-centered tetragon structure of a rule phase.

[Claim 6] The magnetic recorder and reproducing device containing the magnetic-recording medium characterized by providing the following, the magnetic head which performs writing or read-out of information to the aforementioned magnetic-recording medium, and the magnetic-head driving means which move the aforementioned magnetic head to the position on the aforementioned magnetic-recording medium. The aforementioned magnetic head is a tunnel barrier layer. The free layer which consists of a ferromagnetic from which it has the laminated structure of the bcc ferromagnetic which has been arranged at one aforementioned tunnel barrier layer side, and has been arranged at the aforementioned tunnel barrier layer side, and the fcc ferromagnetic arranged at the side far from the aforementioned tunnel barrier layer, and the magnetization direction changes freely according to an external magnetic field. The fixed bed which consists of a bcc ferromagnetic to which it has been arranged at the another side side of the aforementioned tunnel barrier layer, and the magnetization direction was fixed. The CrMn system antiferromagnetism film which has the irregular phase which exerts a switched connection magnetic field on the aforementioned fixed bed.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] A spin tunnel type magnetoresistance-effect head and this spin tunnel type magnetoresistance-effect head are used for this invention, and it relates to the magnetic recorder and reproducing device which write information.

[0002]

[Description of the Prior Art] A spin tunnel type magnetoresistance-effect head contains the laminated structure formed on the suitable matter containing the ferromagnetic (1) separated by the barrier layer (insulation) and a ferromagnetic (2). The laminated structures of a typical spin tunnel type magnetoresistance-effect head are ferromagnetic (1) / barrier layer / ferromagnetic (2) / antiferromagnetism film. Here, the best layer is an antiferromagnetism film, the lowest layer is a ferromagnetic (1), and the following cascade screens are also written in this way. One of the ferromagnetics and the magnetization direction of a ferromagnetic (2) are external impression magnetic field zero, and are being fixed to the magnetization direction and perpendicular of a ferromagnetic (1). Fixation of the magnetization direction of this ferromagnetic (2) makes an antiferromagnetism film adjoin, and is made by giving the 1 direction anisotropy energy to a ferromagnetic (2) by the switched connection of an antiferromagnetism film and a ferromagnetic (2). therefore, a ferromagnetic (2) calls it the fixed bed -- having -- **** -- this specification -- also setting -- the fixed bed -- expression will be used The fixed direction of typical magnetization of the fixed bed is a direction perpendicular to a surfacing side. On the other hand, since it can rotate freely by the external magnetic field, the magnetization direction of a ferromagnetic (1) is called free layer. With a spin tunnel type magnetoresistance-effect head, change arises at the angle which the magnetization direction of a free layer rotates freely according to this magnetic field by making into an impression magnetic field the magnetic field generated from a magnetic medium, consequently the magnetization direction of the fixed bed and the magnetization direction of a free layer make. A spin tunnel type magnetoresistance-effect head is a magnetic-reluctance transducer which changes the magnetic signal from a magnetic medium into an electric signal using electric resistance changing according to change of the angle which the magnetization direction of these fixed beds and a free layer makes.

[0003] The practical spin tunnel type magnetoresistance-effect head is indicated by Appl.Phys.Lett., 76, and 2424 (2000). The free layer which consists of fcc (face-centered cubic structure : face centered cubic structure) ferromagnetics from which the magnetization direction changes freely on a lower electrode according to an external magnetic field there, An AlOx barrier layer and the fixed bed which consists of fcc ferromagnetics to which the magnetization direction is fixed with an antiferromagnetism film, The spin tunnel type magnetoresistance-effect head constituted by carrying out a laminating one by one is indicated including the PtMn system antiferromagnetism film and the up electrode, and it is the spin tunnel type magnetic-reluctance change (it is hereafter called a TMR ratio.). It is said that it reaches to about 30%.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In order to realize the magnetic recorder and reproducing device of recording density high enough, it is necessary to realize a spin tunnel type magnetoresistance-effect head [high power / structure / conventionally]. The purpose of this invention is to offer a spin tunnel type magnetoresistance-effect head [high power / structure / conventionally]. Other purposes of this invention are to offer the magnetic recorder and reproducing device which used such a spin tunnel type magnetoresistance-effect head.

[0005]

[Means for Solving the Problem] The TMR ratio theoretical value of a spin tunnel type magnetoresistance-effect head is described by $2P_1P_2/(1-P_1P_2)$. Here, P_1 and P_2 are spin polarizability of a free layer (ferromagnetic) and the fixed bed (ferromagnetic) which is in contact with the barrier layer. A free layer and the fixed bed are used as fcc-Co90Fe10

film in both Appl.Phys.Lett., 76, and 2424 (2000). As shown in drawing 8, the spin polarizability P of fcc-Co₉₀Fe₁₀ film is 0.35, and if the relational expression of TMR ratio $= 2P_1P_2/(1-P_1P_2)$ is used, a TMR ratio will estimate it at about 28%. This theoretical value is well in agreement with about 30% of experimental values given [aforementioned] in reference. From this, even if a theoretical value discusses a TMR ratio, it is thought that it is satisfactory, and below, explanation is developed using a theoretical value.

[0006] a TMR ratio $= 2P_1P_2/(1-P_1P_2)$ -- relational expression shows that what is necessary is just to enlarge the spin polarizability P_1 and P_2 , in order to raise the TMR ratio of a spin tunnel type magnetoresistance-effect head. Generally, it is known that the bcc (body-centered cubic structure : body centered cubic structure) ferromagnetic of the spin polarizability P is larger than a fcc ferromagnetic. From this, in order to consider as a spin tunnel type magnetoresistance-effect head [high power / structure / conventionally], any of the free layer and the fixed bed which are in contact with the barrier layer, one of the two, or both are understood [a bcc ferromagnetic then] are good. However, it does not function as a spin tunnel type magnetoresistance-effect head only by using any of a free layer and the fixed bed, one of the two, or both as a bcc ferromagnetic that it should consider as a spin tunnel type magnetoresistance-effect head [high power / structure / conventionally].

[0007] It is because the problem that it does not function as a free layer since a bcc ferromagnetic has bad soft magnetic characteristics occurs for example, when a bcc ferromagnetic is chosen as a free layer. Moreover, when a bcc ferromagnetic is chosen as the fixed bed, the problem that the switched connection magnetic field of a bcc ferromagnetic and the PtMn system antiferromagnetism film adopted with the conventional spin bulb type huge magnetoresistance-effect head (GMR head) is small, consequently it does not function as the fixed bed is also generated.

[0008] therefore, in order to realize the spin tunnel type magnetoresistance-effect head which adopted the bcc ferromagnetic that it should consider as a spin tunnel type magnetoresistance-effect head [high power / structure / conventionally] (1) The free layer and the fixed bed which are in contact with the barrier layer either after making one of the two or both into a bcc ferromagnetic, when a bcc ferromagnetic is chosen as (2) free layers. When a bcc ferromagnetic is adopted as the (3) fixed beds which establish a means to improve the soft magnetic characteristics of a free layer, it is necessary to realize element structure where three points of what a means by which a bcc ferromagnetic and a switched connection magnetic field big enough are securable is established for can be satisfied simultaneously. This invention persons find out the head structure where these three points can be satisfied, and came to complete this invention.

[0009] The spin tunnel type magnetoresistance-effect head by this invention. Moreover, a tunnel barrier layer and the free layer which consists of a ferromagnetic from which it is arranged at one tunnel barrier layer side, and the magnetization direction changes freely according to an external magnetic field, The fixed bed which consists of a ferromagnetic to which it has been arranged at the another side side of a tunnel barrier layer, and the magnetization direction was fixed, In the spin tunnel type magnetoresistance-effect head containing a cascade screen equipped with the antiferromagnetism film which exerts a switched connection magnetic field on the fixed bed, and the electrode of the couple which sandwiches the aforementioned cascade screen. The fixed bed is a bcc ferromagnetic and an antiferromagnetism film is characterized by the CrMn system antiferromagnetism film which has an irregular phase, and being the CrMn system antiferromagnetism film which has the bcc-like structure of an irregular phase in a detail more.

[0010] By spontaneous distortion which the CrMn system antiferromagnetism film itself has, the bcc-like structure of an irregular phase means the structure distorted more slightly than bcc structure. Since it is >1 , the crystal structure distorted like body-centered tetragonal (body centered tetragonal:bct) structure is said. concrete -- an c/a ratio -- On the CrMn system antiferromagnetism film which has the bcc-like structure of an irregular phase A CrMnPt antiferromagnetism film, a CrMnRh antiferromagnetism film, a CrMnPd antiferromagnetism film, A CrMnAu antiferromagnetism film, a CrMnAg antiferromagnetism film, a CrMnCo antiferromagnetism film, A CrMnCu antiferromagnetism film is contained (Magnetics Society of Japan refer to 22 and 1262-1267 about the CrMn system antiferromagnetism film which has the bcc-like structure of an irregular phase (1998)).

[0011] The spin tunnel type magnetoresistance-effect head by this invention. Moreover, a tunnel barrier layer and the free layer which consists of a ferromagnetic from which it is arranged at one tunnel barrier layer side, and the magnetization direction changes freely according to an external magnetic field, The fixed bed which consists of a ferromagnetic to which it has been arranged at the another side side of a tunnel barrier layer, and the magnetization direction was fixed, In the spin tunnel type magnetoresistance-effect head containing a cascade screen equipped with the antiferromagnetism film which exerts a switched connection magnetic field on the fixed bed, and the electrode of the couple which sandwiches the aforementioned cascade screen. The fixed bed has the laminated structure of the bcc ferromagnetic arranged at the aforementioned tunnel barrier layer side, and the fcc ferromagnetic arranged at the side

far from a tunnel barrier layer, and an antiferromagnetism film is characterized by being the antiferromagnetism film which has the face-centered tetragon structure of a rule phase.

[0012] A PtMn antiferromagnetism film, a NiMn antiferromagnetism film, a PdMn antiferromagnetism film, an AuMn antiferromagnetism film, and Mn (PdPt) antiferromagnetism film are contained in the antiferromagnetism film which has the face-centered tetragon (face centered tetragonal:fct) structure of a rule phase.

[0013] The spin tunnel type magnetoresistance-effect head by this invention A tunnel barrier layer and the free layer which consists of a ferromagnetic from which it is arranged at one tunnel barrier layer side, and the magnetization direction changes freely according to an external magnetic field, The fixed bed which consists of a ferromagnetic to which it has been arranged at the another side side of a tunnel barrier layer, and the magnetization direction was fixed, In the spin tunnel type magnetoresistance-effect head containing a cascade screen equipped with the antiferromagnetism film which exerts a switched connection magnetic field on the fixed bed, and the electrode of the couple which sandwiches the aforementioned cascade screen A free layer is characterized by having the laminated structure of the bcc ferromagnetic arranged at the aforementioned tunnel barrier layer side, and the fcc ferromagnetic arranged at the side far from a tunnel barrier layer.

[0014] The spin tunnel type magnetoresistance-effect head by this invention Moreover, a tunnel barrier layer and the free layer which consists of a ferromagnetic from which it is arranged at one tunnel barrier layer side, and the magnetization direction changes freely according to an external magnetic field, The fixed bed which consists of a ferromagnetic to which it has been arranged at the another side side of a tunnel barrier layer, and the magnetization direction was fixed, In the spin tunnel type magnetoresistance-effect head containing a cascade screen equipped with the antiferromagnetism film which exerts a switched connection magnetic field on the fixed bed, and the electrode of the couple which sandwiches the aforementioned cascade screen It is characterized by being the CrMn system antiferromagnetism film with which a free layer has the laminated structure of the bcc ferromagnetic arranged at the aforementioned tunnel barrier layer side, and the fcc ferromagnetic arranged at the side far from a tunnel barrier layer, the fixed bed is a bcc ferromagnetic, and an antiferromagnetism film has an irregular phase.

[0015] The spin tunnel type magnetoresistance-effect head by this invention Moreover, a tunnel barrier layer and the free layer which consists of a ferromagnetic from which it is arranged at one tunnel barrier layer side, and the magnetization direction changes freely according to an external magnetic field, The fixed bed which consists of a ferromagnetic to which it has been arranged at the another side side of a tunnel barrier layer, and the magnetization direction was fixed, In the spin tunnel type magnetoresistance-effect head containing a cascade screen equipped with the antiferromagnetism film which exerts a switched connection magnetic field on the fixed bed, and the electrode of the couple which sandwiches the aforementioned cascade screen A free layer has the laminated structure of the bcc ferromagnetic arranged at the aforementioned tunnel barrier layer side, and the fcc ferromagnetic arranged at the side far from a tunnel barrier layer. The fixed bed has the laminated structure of the bcc ferromagnetic arranged at the aforementioned tunnel barrier layer side, and the fcc ferromagnetic arranged at the side far from a tunnel barrier layer, and an antiferromagnetism film is characterized by being the antiferromagnetism film which has the face-centered tetragon structure of a rule phase.

[0016] Below, the suitable examples of the spin tunnel type magnetoresistance-effect head by this invention are enumerated. However, this invention is not limited only to this suitable example.

(1) The spin tunnel type magnetoresistance-effect head constituted by carrying out the laminating of the free layer which consists of a fcc ferromagnetic from which the magnetization direction changes freely on a lower electrode according to an external magnetic field, and a bcc ferromagnetic, a barrier layer, the fixed bed which consists of bcc ferromagnetics by which the magnetization direction is fixed with an antiferromagnetism film, a CrMn system antiferromagnetism film, and the up electrode one by one.

[0017] (2) The spin tunnel type magnetoresistance-effect head constituted by carrying out the laminating of the free layer which consists of a fcc ferromagnetic from which the magnetization direction changes freely on a lower electrode according to an external magnetic field, and a bcc ferromagnetic, a barrier layer, the fixed bed which consists of a bcc ferromagnetic by which the magnetization direction is fixed with an antiferromagnetism film, and a fcc ferromagnetic, a PtMn antiferromagnetism film, and the up electrode one by one.

[0018] (3) The spin tunnel type magnetoresistance-effect head constituted on a lower electrode by carrying out the laminating of the fixed bed which consists of a PtMn antiferromagnetism film, a fcc ferromagnetic to which the magnetization direction is fixed with an antiferromagnetism film, and a bcc ferromagnetic, a barrier layer, the free layer which consists of a bcc ferromagnetic from which the magnetization direction changes freely according to an external magnetic field, and a fcc ferromagnetic, and the up electrode one by one.

[0019] (4) The spin tunnel type magnetoresistance-effect head constituted by carrying out the laminating of the free layer which consists of fcc ferromagnetics from which the magnetization direction changes freely on a lower electrode

according to an external magnetic field, a barrier layer, the fixed bed which consists of bcc ferromagnetics by which the magnetization direction is fixed with an antiferromagnetism film, a CrMn system antiferromagnetism film, and the up electrode one by one.

[0020] (5) The spin tunnel type magnetoresistance-effect head constituted by carrying out the laminating of the free layer which consists of fcc ferromagnetics from which the magnetization direction changes freely on a lower electrode according to an external magnetic field, a barrier layer, the fixed bed which consists of a bcc ferromagnetic by which the magnetization direction is fixed with an antiferromagnetism film, and a fcc ferromagnetic, a PtMn antiferromagnetism film, and the up electrode one by one.

[0021] (6) The spin tunnel type magnetoresistance-effect head constituted on a lower electrode by carrying out the laminating of the fixed bed which consists of a PtMn antiferromagnetism film, a fcc ferromagnetic to which the magnetization direction is fixed with an antiferromagnetism film, and a bcc ferromagnetic, a barrier layer, the free layer which consists of fcc ferromagnetics from which the magnetization direction changes freely according to an external magnetic field, and the up electrode one by one.

[0022] The magnetic head to which the magnetic recorder and reproducing device by this invention performs writing or read-out of information to a magnetic-recording medium and a magnetic-recording medium, In the magnetic recorder and reproducing device containing the magnetic-head driving means which move the magnetic head to the position on a magnetic-recording medium the magnetic head The free layer which consists of a ferromagnetic from which it has the laminated structure of the bcc ferromagnetic which has been arranged at one tunnel barrier layer and tunnel barrier layer side, and has been arranged at the tunnel barrier layer side, and the fcc ferromagnetic arranged at the side far from a tunnel barrier layer, and the magnetization direction changes freely according to an external magnetic field, The fixed bed which consists of a bcc ferromagnetic to which it has been arranged at the another side side of a tunnel barrier layer, and the magnetization direction was fixed, A cascade screen equipped with the CrMn system antiferromagnetism film which has the irregular phase which exerts a switched connection magnetic field on the fixed bed, The spin tunnel type magnetoresistance-effect head containing the electrode of the couple which sandwiches a cascade screen, or a tunnel barrier layer, The free layer which consists of a ferromagnetic from which it has the laminated structure of the bcc ferromagnetic which has been arranged at one tunnel barrier layer side, and has been arranged at the tunnel barrier layer side, and the fcc ferromagnetic arranged at the side far from a tunnel barrier layer, and the magnetization direction changes freely according to an external magnetic field, The fixed bed which consists of a ferromagnetic to which it has the laminated structure of the bcc ferromagnetic which has been arranged at the another side side of a tunnel barrier layer, and has been arranged at the tunnel barrier layer side, and the fcc ferromagnetic arranged at the side far from a tunnel barrier layer, and the magnetization direction was fixed, It is characterized by having a spin tunnel type magnetoresistance-effect head containing a cascade screen equipped with the antiferromagnetism film which has the face-centered tetragon structure of the rule phase which exerts a switched connection magnetic field on the fixed bed, and the electrode of the couple which sandwiches a cascade screen.

[0023]

[Embodiments of the Invention] Hereafter, the form of operation of this invention is explained with reference to a drawing.

[Example 1] Drawing 1 is the expanded sectional view showing the example of structure of the spin tunnel type magnetoresistance-effect head by this invention. On the lower electrode 500, including the free layer by which the magnetization direction is constituted from a fcc ferromagnetic 101 which changes freely, and a bcc ferromagnetic 100 according to an external magnetic field, a barrier layer (barrier layer) 400, the fixed bed which consists of bcc ferromagnetics 200 by which the magnetization direction is fixed with an antiferromagnetism film, the CrMnPt antiferromagnetism film 300, and the up electrode 501, the laminating of this spin tunnel type magnetoresistance-effect head is carried out one by one, and it is constituted. In element both ends, in order to suppress a Barkhausen noise, the 700/(hard magnetism film) alumina insulator layer 600 of 600/CoCrPt hard films of alumina insulator layers has been arranged.

[0024] A typical material and the thickness are as follows. The lower electrode 500 consists of Ru films, and thickness is 50nm. The fcc ferromagnetic 101 consists of nickel81Fe19 films, and thickness is 10nm. The bcc ferromagnetic 100 consists of Fe films, and thickness is 2nm. The barrier layer 400 consists of AlOx films, and thickness is 0.8nm. The bcc ferromagnetic 200 consists of Fe films, and thickness is 3nm. (CrMn) The thickness of Pt10 (Cr:Mn=1:1) antiferromagnetism film 300 is 20nm. The up electrode 501 consists of Ru films, and thickness is 50nm.

[0025] Fe film is adopted as the bcc ferromagnetic 100 (free layer) and the bcc ferromagnetic 200 (fixed bed) which are in contact with the barrier layer 400 in this example. it is shown in drawing 7 and 8 -- as -- the spin polarizability P of Fe film -- 0.40 -- it is -- a TMR ratio -- 38% is obtained moreover, a TMR ratio since the spin polarizability P of nickel25Fe75 film is 0.47 when nickel25Fe75 film is adopted as the bcc ferromagnetic 100 (free layer) and the bcc

ferromagnetic 200 (fixed bed) as shown in drawing 7 and 8 -- 57% is obtained Thus, a bigger TMR ratio than the conventional technology is securable by making into a bcc ferromagnetic both ferromagnetics which are in contact with the barrier layer 400.

[0026] Next, the soft magnetic characteristics of a free layer are explained. Generally, the bcc ferromagnetic is known for soft magnetic characteristics not being so good. Therefore, in a bcc ferromagnetic monolayer, it does not function as a free layer. In this invention, the fcc ferromagnetic 101 which is excellent in soft magnetic characteristics at the bcc ferromagnetic 100 bottom is arranged as mentioned above. Soft magnetic characteristics were secured by considering a free layer as a fcc ferromagnetic / bcc ferromagnetic two-layer composition.

[0027] Finally, the switched connection magnetic field of the fixed bed is explained. When the fixed bed is made into a bcc ferromagnetic, even if it forms the PtMn antiferromagnetism film used by the conventional GMR head above a bcc ferromagnetic, sufficient switched connection magnetic field is not acquired. The PtMn antiferromagnetism film has the crystal structure of fct (face centered tetragonal), and it is because the PtMn antiferromagnetism film of fct cannot grow epitaxially on a bcc ferromagnetic.

[0028] On the other hand, as shown in drawing 7, the 1 direction anisotropy energy constant K_e generated by the switched connection of a bcc ferromagnetic and a CrMnPt antiferromagnetism film is as large as about 0.14 to 0.345 erg/cm² (J [0.00014 to 0.000345]/m²), and its blocking temperature T_B is as high as 320 to 380 degree C. for example, the case of 3nm of Fe films -- the switched connection magnetic field Hex of Fe film and a CrMnPt antiferromagnetism film -- $K_e = tMSHex$ (t:ferromagnetism thickness, saturation magnetization of MS:ferromagnetic) -- when it converts from relational expression, it is about 300 to 700 Oe (3.77-8.79 A/m), and is fully large Therefore, switched connection magnetic field sufficient by arranging a CrMnPt antiferromagnetism film on a bcc ferromagnetic is securable.

[0029] [Example 2] Drawing 2 is the expanded sectional view showing other examples of structure of the spin tunnel type magnetoresistance-effect head by this invention. On the lower electrode 500, including the free layer by which the magnetization direction is constituted from a fcc ferromagnetic 101 which changes freely, and a bcc ferromagnetic 100 according to an external magnetic field, a barrier layer 400, the fixed bed which consists of a bcc ferromagnetic 200 by which the magnetization direction is fixed with an antiferromagnetism film, and a fcc ferromagnetic 201, the PtMn antiferromagnetism film 300, and the up electrode 501, the laminating of this spin tunnel type magnetoresistance-effect head is carried out one by one, and it is constituted. In element both ends, in order to suppress a Barkhausen noise, the 700/alumina insulator layer 600 of 600/CoCrPt hard films of alumina insulator layers has been arranged.

[0030] A typical material and the thickness are as follows. The lower electrode 500 consists of Ru films, and thickness is 50nm. The fcc ferromagnetic 101 consists of nickel₈₁Fe₁₉ films, and thickness is 10nm. The bcc ferromagnetic 100 consists of Fe films, and thickness is 2nm. The barrier layer 400 consists of AlOx films, and thickness is 0.8nm. The bcc ferromagnetic 200 consists of Fe films, and thickness is 1.5nm. The fcc ferromagnetic 201 consists of Co₉₀Fe₁₀ films, and thickness is 1.5nm. The thickness of the Pt₅₀Mn₅₀ antiferromagnetism film 300 is 20nm. The up electrode 501 consists of Ru films, and thickness is 50nm.

[0031] Fe film is adopted as the bcc ferromagnetic 100 (free layer) and the bcc ferromagnetic 200 (fixed bed) which are in contact with the barrier layer 400 in this example. it is shown in drawing 7 and 8 -- as -- the spin polarizability P of Fe film -- 0.40 -- it is -- a TMR ratio -- 38% is obtained moreover, a TMR ratio since the spin polarizability P of nickel₂₅Fe₇₅ film is 0.47 when nickel₂₅Fe₇₅ film is adopted as the bcc ferromagnetic 100 (free layer) and the bcc ferromagnetic 200 (fixed bed) as shown in drawing 7 and 8 -- 57% is obtained Thus, a bigger TMR ratio than the conventional technology is securable by making into a bcc ferromagnetic both ferromagnetics which are in contact with the barrier layer.

[0032] Next, the soft magnetic characteristics of a free layer are explained. Generally, the bcc ferromagnetic is known for soft magnetic characteristics not being so good. Therefore, in a bcc ferromagnetic monolayer, it does not function as a free layer. In this invention, the fcc ferromagnetic 101 which is excellent in soft magnetic characteristics at the bcc ferromagnetic 100 bottom is arranged as mentioned above. Soft magnetic characteristics were secured by considering a free layer as a fcc ferromagnetic / bcc ferromagnetic two-layer composition.

[0033] Finally, the switched connection magnetic field of the fixed bed is explained. When the fixed bed is made into a bcc ferromagnetic, even if it forms direct the PtMn antiferromagnetism film used by the conventional GMR head above a bcc ferromagnetic, sufficient switched connection magnetic field is not acquired. The PtMn antiferromagnetism film has the crystal structure of fct, and it is because the PtMn antiferromagnetism film of fct cannot grow epitaxially on a bcc ferromagnetic.

[0034] On the other hand, the fcc ferromagnetic 201 is made to intervene in the middle of the bcc ferromagnetic 200 and the PtMn antiferromagnetism film 300 in this example. Generally, magnetic combination of ferromagnetics is very strong. Moreover, as shown in drawing 7, the 1 direction anisotropy energy constant K_e generated by the switched

connection of a fcc ferromagnetic and a PtMn antiferromagnetism film is as large as about 0.32 erg/cm^2 ($J [0.00032] / \text{m}^3$), and its blocking temperature TB is as high as 380 degrees C. For example, when Co90Fe10 1.5nm film is adopted as 1.5nm Fe film and a fcc ferromagnetic 201 as a bcc ferromagnetic 200, when the switched connection magnetic field Hex of Fe/Co90Fe10 film and a PtMn antiferromagnetism film is converted from the relational expression which becomes $K_e = tMS_{\text{Hex}}$, they are about 695 Oe(s) (8.73 A/m), and is fully large. Therefore, switched connection magnetic field sufficient by arranging a fcc ferromagnetic for the middle of a bcc ferromagnetic and a PtMn antiferromagnetism film is securable.

[0035] [Example 3] Drawing 3 is the expanded sectional view showing other examples of structure of the spin tunnel type magnetoresistance-effect head by this invention. On the lower electrode 500, including the fixed bed which consists of a PtMn antiferromagnetism film 300, a fcc ferromagnetic 201 to which the magnetization direction is fixed with an antiferromagnetism film, and a bcc ferromagnetic 200, a barrier layer 400, the free layer by which the magnetization direction is constituted from a bcc ferromagnetic 100 which changes freely, and a fcc ferromagnetic 101 according to an external magnetic field, and the up electrode 501, the laminating of this spin tunnel type magnetoresistance-effect head is carried out one by one, and it is constituted. In element both ends, in order to suppress a Barkhausen noise, the 700/alumina insulator layer 600 of 600/CoCrPt hard films of alumina insulator layers has been arranged.

[0036] A typical material and the thickness are as follows. The lower electrode 500 consists of Ru films, and thickness is 50nm. The thickness of the Pt50Mn50 antiferromagnetism film 300 is 20nm. The fcc ferromagnetic 201 consists of Co90Fe10 films, and thickness is 1.5nm. The bcc ferromagnetic 200 consists of Fe films, and thickness is 1.5nm. The barrier layer 400 consists of AlOx films, and thickness is 0.8nm. The bcc ferromagnetic 100 consists of Fe films, and thickness is 2nm. The fcc ferromagnetic 101 consists of nickel81Fe19 films, and thickness is 10nm. The up electrode 501 consists of Ru films, and thickness is 50nm.

[0037] Fe film is adopted as the bcc ferromagnetic 100 (free layer) and the bcc ferromagnetic 200 (fixed bed) which are in contact with the barrier layer 400 in this example. it is shown in drawing 7 and 8 -- as -- the spin polarizability P of Fe film -- 0.40 -- it is -- a TMR ratio -- 38% is obtained moreover, a TMR ratio since the spin polarizability P of nickel25Fe75 film is 0.47 when nickel25Fe75 film is adopted as the bcc ferromagnetic 100 (free layer) and the bcc ferromagnetic 200 (fixed bed) as shown in drawing 7 and 8 -- 57% is obtained Thus, a bigger TMR ratio than the conventional technology is securable by making into a bcc ferromagnetic both ferromagnetics which are in contact with the barrier layer.

[0038] Next, the soft magnetic characteristics of a free layer are explained. Generally, the bcc ferromagnetic is known for soft magnetic characteristics not being so good. Therefore, in a bcc ferromagnetic monolayer, it does not function as a free layer. In this invention, the fcc ferromagnetic 101 which is excellent in soft magnetic characteristics at the bcc ferromagnetic 100 bottom is arranged as mentioned above. Soft magnetic characteristics were secured by considering a free layer as the two-layer composition of a bcc ferromagnetic / fcc ferromagnetic.

[0039] Finally, the switched connection magnetic field of the fixed bed is explained. When the fixed bed is made into a bcc ferromagnetic, even if it forms a bcc ferromagnetic direct on the PtMn antiferromagnetism film used by the conventional GMR head, sufficient switched connection magnetic field is not acquired. The PtMn antiferromagnetism film has the crystal structure of fct, and it is because a bcc ferromagnetic cannot grow epitaxially on the PtMn antiferromagnetism film of fct.

[0040] On the other hand, the fcc ferromagnetic 201 is made to intervene in the middle of the PtMn antiferromagnetism film 300 and the bcc ferromagnetic 200 in this example. Generally, magnetic combination of ferromagnetics is very strong. Moreover, as shown in drawing 7, the 1 direction anisotropy energy constant K_e generated by the switched connection of a PtMn antiferromagnetism film and a fcc ferromagnetic is as large as about 0.32 erg/cm^2 ($J [0.00032] / \text{m}^3$), and its blocking temperature TB is as high as 380 degrees C. For example, when 1.5nm Fe film is adopted as Co90Fe10 1.5nm film and a bcc ferromagnetic 200 as a fcc ferromagnetic 201, when the switched connection magnetic field Hex of a PtMn antiferromagnetism film and a Co90Fe10/Fe film is converted from the relational expression which becomes $K_e = tMS_{\text{Hex}}$, they are about 695 Oe(s) (8.73 A/m), and is fully large. Therefore, switched connection magnetic field sufficient by arranging a fcc ferromagnetic for the middle of a PtMn antiferromagnetism film and a bcc ferromagnetic is securable.

[0041] [Example 4] Drawing 4 is the expanded sectional view showing other examples of structure of the spin tunnel type magnetoresistance-effect head by this invention. On the lower electrode 500, including the free layer by which the magnetization direction is constituted from a fcc ferromagnetic 101 which changes freely according to an external magnetic field, a barrier layer 400, the fixed bed which consists of bcc ferromagnetics 200 by which the magnetization direction is fixed with an antiferromagnetism film, the CrMnPt antiferromagnetism film 300, and the up electrode 501, the laminating of this spin tunnel type magnetoresistance-effect head is carried out one by one, and it is constituted. In

element both ends, in order to suppress a Barkhausen noise, the 700/alumina insulator layer 600 of 600/CoCrPt hard films of alumina insulator layers has been arranged.

[0042] A typical material and the thickness are as follows. The lower electrode 500 consists of Ru films, and thickness is 50nm. The fcc ferromagnetic 101 consists of Co₉₀Fe₁₀ films, and thickness is 5nm. The barrier layer 400 consists of AlO_x films, and thickness is 0.8nm. The bcc ferromagnetic 200 consists of Fe films, and thickness is 3nm. The thickness of the CrMnPt antiferromagnetism film 300 is 20nm. The up electrode 501 consists of Ru films, and thickness is 50nm.

[0043] Co₉₀Fe₁₀ film is adopted as the fcc ferromagnetic 101 (free layer) which is in contact with the barrier layer 400 in this example, and Fe film is adopted as the bcc ferromagnetic 200 (fixed bed). it is shown in drawing 7 and 8 -- as -- the spin polarizability P of Co₉₀Fe₁₀ film and Fe film -- 0. -- 35 and 0.40 -- it is -- a TMR ratio -- 33% is obtained moreover -- the case where Co₉₀Fe₁₀ film was adopted as the fcc ferromagnetic 101 (free layer), and nickel₂₅Fe₇₅ film is adopted as the bcc ferromagnetic 200 (fixed bed) as shown in drawing 7 and 8 -- the spin polarizability P of Co₉₀Fe₁₀ film and nickel₂₅Fe₇₅ film -- 0. -- a TMR ratio since it is 35 and 0.47 -- 39% is obtained Thus, a bigger TMR ratio than the conventional technology is securable by making into a bcc ferromagnetic one of the two of the ferromagnetic which is in contact with the barrier layer.

[0044] Since the free layer is constituted from a fcc ferromagnetic, it is satisfactory to soft magnetic characteristics. Next, the switched connection magnetic field of the fixed bed is explained. When the fixed bed is made into a bcc ferromagnetic, even if it forms the PtMn antiferromagnetism film used by the conventional GMR head above a bcc ferromagnetic, sufficient switched connection magnetic field is not acquired. The PtMn antiferromagnetism film has the crystal structure of fct, and it is because the PtMn antiferromagnetism film of fct cannot grow epitaxially on a bcc ferromagnetic.

[0045] On the other hand, as shown in drawing 7, the 1 direction anisotropy energy constant K_e generated by the switched connection of a bcc ferromagnetic and a CrMnPt antiferromagnetism film is as large as about 0.14 to 0.345 erg/cm² (J [0.00014 to 0.000345]/m²), and its blocking temperature T_B is as high as 320 to 380 degree C. For example, when it converts from the relational expression with which the switched connection magnetic field H_{ex} of Fe film and a CrMnPt antiferromagnetism film becomes $K_e = tMSH_{ex}$ in the case of 3nm of Fe films, it is about 300 to 700 Oe (3.77-8.79 A/m), and is fully large. Therefore, switched connection magnetic field sufficient by arranging a CrMnPt antiferromagnetism film on a bcc ferromagnetic is securable.

[0046] [Example 5] Drawing 5 is the expanded sectional view showing other examples of structure of the spin tunnel type magnetoresistance-effect head by this invention. On the lower electrode 500, including the free layer by which the magnetization direction is constituted from a fcc ferromagnetic 101 which changes freely according to an external magnetic field, a barrier layer 400, the fixed bed which consists of a bcc ferromagnetic 200 by which the magnetization direction is fixed with an antiferromagnetism film, and a fcc ferromagnetic 201, the PtMn antiferromagnetism film 300, and the up electrode 501, the laminating of this spin tunnel type magnetoresistance-effect head is carried out one by one, and it is constituted. In element both ends, in order to suppress a Barkhausen noise, the 700/alumina insulator layer 600 of 600/CoCrPt hard films of alumina insulator layers has been arranged.

[0047] A typical material and the thickness are as follows. The lower electrode 500 consists of Ru films, and thickness is 50nm. The fcc ferromagnetic 101 consists of Co₉₀Fe₁₀ films, and thickness is 5nm. The barrier layer 400 consists of AlO_x films, and thickness is 0.8nm. The bcc ferromagnetic 200 consists of Fe films, and thickness is 1.5nm. The fcc ferromagnetic 201 consists of Co₉₀Fe₁₀ films, and thickness is 1.5nm. The thickness of the Pt₅₀Mn₅₀ antiferromagnetism film 300 is 20nm. The up electrode 501 consists of Ru films, and thickness is 50nm.

[0048] Co₉₀Fe₁₀ film is adopted as the fcc ferromagnetic 101 (free layer) which is in contact with the barrier layer 400 in this example, and Fe film is adopted as the bcc ferromagnetic 200 (fixed bed). it is shown in drawing 7 and 8 -- as -- the spin polarizability P of Co₉₀Fe₁₀ film and Fe film -- 0. -- 35 and 0.40 -- it is -- a TMR ratio -- 33% is obtained moreover -- the case where Co₉₀Fe₁₀ film was adopted as the fcc ferromagnetic 101 (free layer), and nickel₂₅Fe₇₅ film is adopted as the bcc ferromagnetic 200 (fixed bed) as shown in drawing 7 and 8 -- the spin polarizability P of Co₉₀Fe₁₀ film and nickel₂₅Fe₇₅ film -- 0. -- a TMR ratio since it is 35 and 0.47 -- 39% is obtained Thus, a bigger TMR ratio than the conventional technology is securable by making into a bcc ferromagnetic one of the two of the ferromagnetic which is in contact with the barrier layer.

[0049] Since the free layer is constituted from a fcc ferromagnetic, it is satisfactory to soft magnetic characteristics. Next, the switched connection magnetic field of the fixed bed is explained. When the fixed bed is made into a bcc ferromagnetic, even if it forms direct the PtMn antiferromagnetism film used by the conventional GMR head above a bcc ferromagnetic, sufficient switched connection magnetic field is not acquired. The PtMn antiferromagnetism film has the crystal structure of fct, and it is because the PtMn antiferromagnetism film of fct cannot grow epitaxially on a bcc ferromagnetic.

[0050] On the other hand, the fcc ferromagnetic 201 is made to intervene in the middle of the bcc ferromagnetic 200 and the PtMn antiferromagnetism film 300 in this example. Generally, magnetic combination of ferromagnetics is very strong. Moreover, as shown in drawing 7, the 1 direction anisotropy energy constant K_e generated by the switched connection of a fcc ferromagnetic and a PtMn antiferromagnetism film is as large as about 0.32 erg/cm^2 ($J [0.00032] / \text{m}^3$), and its blocking temperature T_B is as high as 380 degrees C. For example, when Co90Fe10 1.5nm film is adopted as 1.5nm Fe film and a fcc ferromagnetic 201 as a bcc ferromagnetic 200, when the switched connection magnetic field H_{ex} of Fe/Co90Fe10 film and a PtMn antiferromagnetism film is converted from the relational expression which becomes $K_e = tMSH_{ex}$, they are about 695 Oe(s) (8.73 A/m), and is fully large. Therefore, switched connection magnetic field sufficient by arranging a fcc ferromagnetic for the middle of a bcc ferromagnetic and a PtMn antiferromagnetism film is securable.

[0051] [Example 6] Drawing 6 is the expanded sectional view showing other examples of structure of the spin tunnel type magnetoresistance-effect head by this invention. On the lower electrode 500, including the fixed bed which consists of a PtMn antiferromagnetism film 300, a fcc ferromagnetic 201 to which the magnetization direction is fixed with an antiferromagnetism film, and a bcc ferromagnetic 200, a barrier layer 400, the free layer by which the magnetization direction is constituted from a fcc ferromagnetic 101 which changes freely according to an external magnetic field, and the up electrode 501, the laminating of this spin tunnel type magnetoresistance-effect head is carried out one by one, and it is constituted. In element both ends, in order to suppress a Barkhausen noise, the 700/alumina insulator layer 600 of 600/CoCrPt hard films of alumina insulator layers has been arranged.

[0052] A typical material and the thickness are as follows. The lower electrode 500 consists of Ru films, and thickness is 50nm. The thickness of the Pt50Mn50 antiferromagnetism film 300 is 20nm. The fcc ferromagnetic 201 consists of Co90Fe10 films, and thickness is 1.5nm. The bcc ferromagnetic 200 consists of Fe films, and thickness is 1.5nm. The barrier layer 400 consists of AlOx films, and thickness is 0.8nm. The fcc ferromagnetic 101 consists of Co90Fe10 films, and thickness is 5nm. The up electrode 501 consists of Ru films, and thickness is 50nm.

[0053] Co90Fe10 film is adopted as the fcc ferromagnetic 101 (free layer) which is in contact with the barrier layer 400 in this example, and Fe film is adopted as the bcc ferromagnetic 200 (fixed bed). it is shown in drawing 7 and 8 -- as -- the spin polarizability P of Co90Fe10 film and Fe film -- 0. -- 35 and 0.40 -- it is -- a TMR ratio -- 33% is obtained moreover -- the case where Co90Fe10 film was adopted as the fcc ferromagnetic 101 (free layer), and nickel25Fe75 film is adopted as the bcc ferromagnetic 200 (fixed bed) as shown in drawing 7 and 8 -- the spin polarizability P of Co90Fe10 film and nickel25Fe75 film -- 0. -- a TMR ratio since it is 35 and 0.47 -- 39% is obtained. Thus, a bigger TMR ratio than the conventional technology is securable by making into a bcc ferromagnetic one of the two of the ferromagnetic which is in contact with the barrier layer.

[0054] Next, since the free layer is constituted from a fcc ferromagnetic, it is satisfactory to soft magnetic characteristics. Finally, the switched connection magnetic field of the fixed bed is explained. When the fixed bed is made into a bcc ferromagnetic, even if it forms a bcc ferromagnetic direct on the PtMn antiferromagnetism film used by the conventional GMR head, sufficient switched connection magnetic field is not acquired. The PtMn antiferromagnetism film has the crystal structure of fct, and it is because a bcc ferromagnetic cannot grow epitaxially on the PtMn antiferromagnetism film of fct. On the other hand, the fcc ferromagnetic 201 is made to intervene in the middle of the PtMn antiferromagnetism film 300 and the bcc ferromagnetic 200 in this example. Generally, magnetic combination of ferromagnetics is very strong. Moreover, as shown in drawing 7, the 1 direction anisotropy energy constant K_e generated by the switched connection of a PtMn antiferromagnetism film and a fcc ferromagnetic is as large as about 0.32 erg/cm^2 ($J [0.00032] / \text{m}^3$), and its blocking temperature T_B is as high as 380 degrees C. For example, when 1.5nm Fe film is adopted as Co90Fe10 1.5nm film and a bcc ferromagnetic 200 as a fcc ferromagnetic 201, when the switched connection magnetic field H_{ex} of a PtMn antiferromagnetism film and a Co90Fe10/Fe film is converted from the relational expression which becomes $K_e = tMSH_{ex}$, they are about 695 Oe(s) (8.73 A/m), and is fully large. Therefore, switched connection magnetic field sufficient by arranging a fcc ferromagnetic for the middle of a PtMn antiferromagnetism film and a bcc ferromagnetic is securable.

[0055] [Example 7] Drawing 9 is the schematic diagram showing an example of the magnetic disk unit using the spin tunnel type magnetoresistance-effect head by this invention. This example shows the outline which applied the spin tunnel type magnetoresistance-effect head by this invention to the magnetic disk unit as a magnetic recording medium. However, the spin tunnel type magnetoresistance-effect head of this invention can be applied to magnetic recording media, such as a magnetic tape unit, or optical-magnetic disc equipment.

[0056] The magnetic disk 10 as a magnetic-recording medium formed in the shape of [for the illustrated magnetic disk unit recording data on the record section called concentric circle-like track] a disk, The magnetic head 18 for consisting of a spin tunnel type magnetoresistance-effect head by this invention, and carrying out reading of the above-mentioned data and writing, It is constituted including the control means which control movement of the actuator

means which supports this magnetic head 18 and is moved to the predetermined position on a magnetic disk 10, and a transmission and reception of the data which the magnetic head 18 reads and are written in and an actuator means etc. [0057] Furthermore, composition and operation are explained below. The magnetic disk 10 which can rotate at least one sheet is supported by the axis of rotation 12, and is rotated by the motor 14 for a drive. At least, it is installed on a magnetic disk 10, and this slider 16 is formed more than the piece, and the slider 16 of a piece is supporting the magnetic head 18 for reading and writing in. In addition, drawing, the magnetic head 18 located on a slider 16 is taken out and expanded, and is shown typically.

[0058] When a slider 16 moves in a disk front face, it is accessed in the predetermined position where the target data are recorded, at the same time a magnetic disk 10 rotates. A slider 16 is attached by the gimbal 20 for an arm 22. A gimbal 20 has few elasticity and sticks a slider 16 to a magnetic disk 10. An arm 22 is attached in an actuator 24.

[0059] As an actuator 24, there is a voice coil motor (VCM is called hereafter). VCM consists of a movable coil placed into the fixed magnetic field, and the move direction, traverse speed, etc. of a coil are controlled by the electrical signal given through a line 30 from control means 26. Therefore, the actuator means by this example is constituted including a slider 16, a gimbal 20, an arm 22, an actuator 24, and a line 30.

[0060] By working [of a magnetic disk], and rotation of a magnetic disk 10, between a slider 16 and a disk front face, the pneumatic bearing by the airstream arises and it surfaces a slider 16 from the front face of a magnetic disk 10. Therefore, working [of a magnetic disk unit] and this pneumatic bearing maintain the slight elastic force and slight balance of a gimbal 20, and a slider 16 is maintained so that a magnetic disk 10 and a fixed interval may be maintained and it may rise to surface, without touching a magnetic-disk front face.

[0061] Usually, control means 26 consist of a logical circuit, memory, a microprocessor, etc. And transmitting and receiving [and] a control signal, control means 26 control the various composition meanses of a magnetic disk unit through each line. For example, a motor 14 is controlled by the motorised signal transmitted through a line 28.

[0062] An actuator 24 is controlled to move and position the slider 16 chosen to the data track made into the purpose on the related magnetic disk 10 the optimal with a head position control signal, a seeking control signal, etc. through the line 30.

[0063] And the magnetic head 18 receives the electrical signal which read and changed the data of a magnetic disk 10 through a line 32, and decodes a control signal 26. Moreover, the electrical signal for writing in a magnetic disk 10 as data is transmitted to the magnetic head 18 through a line 32. That is, control means 26 are controlling transmission and reception of the information which the magnetic head 18 reads or writes in.

[0064] In addition, the means directly transmitted from the magnetic head 18 is also possible for the above-mentioned reading and a write-in signal. Moreover, there are for example, an access-control signal, a clock signal, etc. as a control signal. Furthermore, a magnetic disk unit may have two or more magnetic disks, actuators, etc., and this actuator may have two or more magnetic heads.

[0065] Furthermore, the same effect is acquired even if it replaces the CrMnPt antiferromagnetism film 300 explained in the above example by other CrMn system antiferromagnetism films which have an irregular phase, for example, CrMnRh, CrMnPd, CrMnAu, CrMnAg, CrMnCo, and the CrMnCu antiferromagnetism film. Moreover, the same effect is acquired even if it replaces the PtMn antiferromagnetism film 300 explained in the above example by other antiferromagnetism films which have the face-centered tetragon (fct) structure of a rule phase, for example, NiMn, PdMn, AuMn, and Mn (PdPt) antiferromagnetism film.

[0066] Furthermore, in the above-mentioned example, although the switched connection magnetic field was secured by the direct switched connection of a ferromagnetic and an antiferromagnetism film, you may secure a switched connection magnetic field with the laminating ferry structure made into the so-called ferromagnetic / Ru / ferromagnetic / CrMnPt, a ferromagnetic / Ru / ferromagnetic / PtMn or the CrMnPt / ferromagnetic / Ru / ferromagnetic, the PtMn / ferromagnetic / Ru / ferromagnetic, etc.

[0067]

[Effect of the Invention] As it ****(ed) above, after making into a bcc ferromagnetic either of the free layers and the fixed beds which are in contact with (1) barrier layer, or both according to this invention (2) when a bcc ferromagnetic is chosen as a free layer When a bcc ferromagnetic is adopted as the (3) fixed beds which establish a means to improve the soft magnetic characteristics of a free layer The spin tunnel type magnetoresistance-effect head structure which adopted the bcc ferromagnetic which can satisfy simultaneously three points of what a means by which a bcc ferromagnetic and a switched connection magnetic field big enough are securable is established for is realizable. Thereby, about 60% of TMR ratio maximum was realizable. Therefore, a spin tunnel type magnetoresistance-effect head [high power / structure / conventionally] and also a high recording density magnetic recorder and reproducing device can be offered.

[Translation done.]

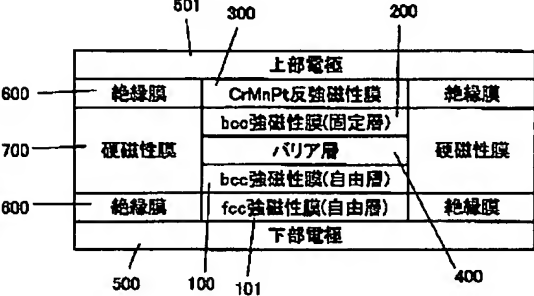
* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

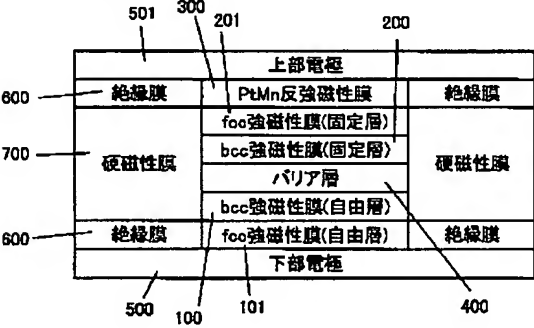
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

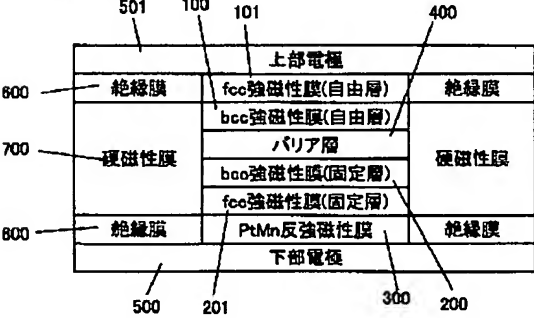
[Drawing 1]



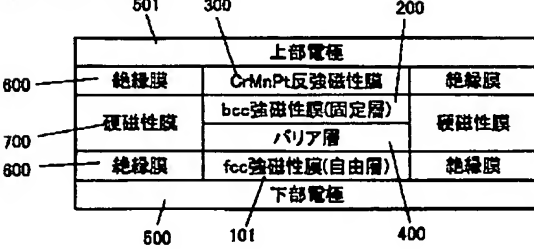
[Drawing 2]



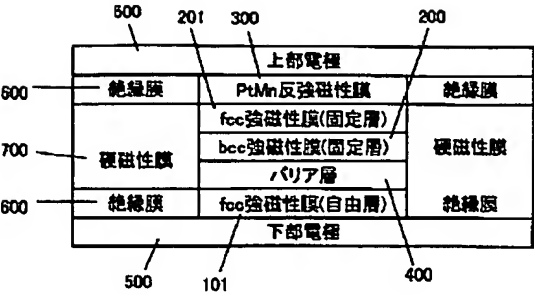
[Drawing 3]



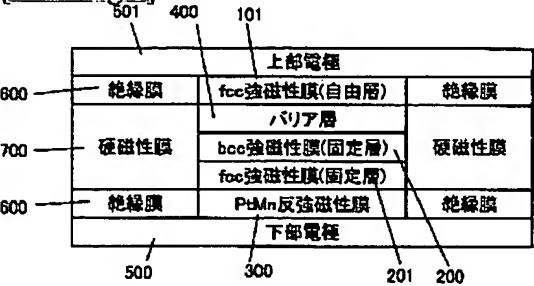
[Drawing 4]



[Drawing 5]



[Drawing 6]



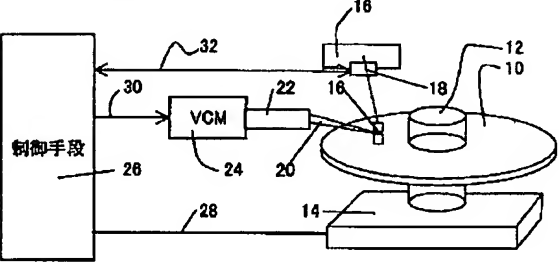
[Drawing 7]

代表的な材料	スピンドレ率 P	一方向異方性エネルギー定数 K_u (erg/cm ³)	ブロッキング温度 T_B (°C)
fcc-Co ₉₀ Fe ₁₀	0.35	—	—
bcc-Fe	0.40	—	—
bcc-Ni ₂₅ Fe ₇₅	0.47	—	—
AF-CrMnPt ₁₀	—	0.14-0.345	320-380
AF-Pt ₅₀ Mn ₅₀	—	0.32	380

[Drawing 8]

代表的な材料		スピンドレ率		MR比
自由層	固定層	P_1 (自由層)	P_2 (固定層)	$2P_1P_2/1-P_1P_2$
fcc-Co ₉₀ Fe ₁₀	fcc-Co ₉₀ Fe ₁₀	0.35	0.35	28%
fcc-Co ₉₀ Fe ₁₀	bcc-Fe	0.35	0.40	33%
fcc-Co ₉₀ Fe ₁₀	bcc-Ni ₂₅ Fe ₇₅	0.35	0.47	39%
bcc-Fe	bcc-Fe	0.40	0.40	38%
bcc-Ni ₂₅ Fe ₇₅	bcc-Ni ₂₅ Fe ₇₅	0.47	0.47	57%

[Drawing 9]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2002-74626

(P 2002-74626 A)

(43) 公開日 平成14年3月15日(2002. 3. 15)

(51) Int. Cl. 7	識別記号	F I	テ-マコ-ト (参考)	
G 1 1 B	5/39	G 1 1 B	5/39	2G017
G 0 1 R	33/09	H 0 1 F	10/32	5D034
H 0 1 F	10/32	H 0 1 L	43/08	Z 5E049
H 0 1 L	43/08	G 0 1 R	33/06	R

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 1 2 頁)

(21) 出願番号 特願2000-268604 (P2000-268604)

(22) 出願日 平成12年9月5日(2000. 9. 5)

(出願人による申告) 国等の委託研究の成果に係る特許出願(平成12年度新エネルギー・産業技術総合開発機構(再)委託研究、産業活力再生特別措置法第30条の適用を受けるもの)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 添谷 進

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 荒井 礼子

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74) 代理人 100091096

弁理士 平木 祐輔

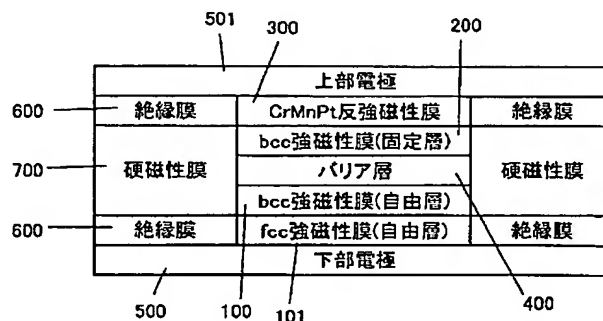
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 スピントンネル型磁気抵抗効果ヘッド及び磁気記録再生装置

(57) 【要約】

【課題】 スピン分極率の大きな b c c 強磁性膜を、自由層、固定層に適用し、従来構造よりも高出力とできる、スピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドを提供する。

【解決手段】 バリア層 400 に接している強磁性膜とともに b c c 強磁性膜(自由層 100、固定層 200)で構成する。自由層の軟磁気特性は、b c c 強磁性膜 100 の下側に f c c 強磁性膜 101 を配置することで確保する。b c c 強磁性膜(固定層) 200 への交換結合磁界の付与は、C r M n P t 反強磁性膜 300 で行う。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 トンネル障壁層と、前記トンネル障壁層の一方の側に配置され外部磁界に応じて磁化方向が自由に変化する強磁性膜からなる自由層と、前記トンネル障壁層の他方の側に配置され磁化方向が固定された強磁性膜からなる固定層と、前記固定層に交換結合磁界を及ぼす反強磁性膜とを備える積層膜と、前記積層膜を挟む一対の電極とを含むスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドにおいて、

前記固定層は bcc 強磁性膜であり、前記反強磁性膜は不規則相を有する $CrMn$ 系反強磁性膜であることを特徴とするスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項 2】 トンネル障壁層と、前記トンネル障壁層の一方の側に配置され外部磁界に応じて磁化方向が自由に変化する強磁性膜からなる自由層と、前記トンネル障壁層の他方の側に配置され磁化方向が固定された強磁性膜からなる固定層と、前記固定層に交換結合磁界を及ぼす反強磁性膜とを備える積層膜と、前記積層膜を挟む一対の電極とを含むスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドにおいて、

前記固定層は前記トンネル障壁層側に配置された bcc 強磁性膜と前記トンネル障壁層から遠い側に配置された fcc 強磁性膜との積層構造を有し、前記反強磁性膜は規則相の面心正方晶構造を有する反強磁性膜であることを特徴とするスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項 3】 トンネル障壁層と、前記トンネル障壁層の一方の側に配置され外部磁界に応じて磁化方向が自由に変化する強磁性膜からなる自由層と、前記トンネル障壁層の他方の側に配置され磁化方向が固定された強磁性膜からなる固定層と、前記固定層に交換結合磁界を及ぼす反強磁性膜とを備える積層膜と、前記積層膜を挟む一対の電極とを含むスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドにおいて、

前記自由層は前記トンネル障壁層側に配置された bcc 強磁性膜と前記トンネル障壁層から遠い側に配置された fcc 強磁性膜との積層構造を有することを特徴とするスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項 4】 トンネル障壁層と、前記トンネル障壁層の一方の側に配置され外部磁界に応じて磁化方向が自由に変化する強磁性膜からなる自由層と、前記トンネル障壁層の他方の側に配置され磁化方向が固定された強磁性膜からなる固定層と、前記固定層に交換結合磁界を及ぼす反強磁性膜とを備える積層膜と、前記積層膜を挟む一対の電極とを含むスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドにおいて、

前記自由層は前記トンネル障壁層側に配置された bcc 強磁性膜と前記トンネル障壁層から遠い側に配置された fcc 強磁性膜との積層構造を有し、前記固定層は bcc 強磁性膜であり、前記反強磁性膜は不規則相を有する $CrMn$ 系反強磁性膜であることを特徴とするスピント

ンネル型磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項 5】 トンネル障壁層と、前記トンネル障壁層の一方の側に配置され外部磁界に応じて磁化方向が自由に変化する強磁性膜からなる自由層と、前記トンネル障壁層の他方の側に配置され磁化方向が固定された強磁性膜からなる固定層と、前記固定層に交換結合磁界を及ぼす反強磁性膜とを備える積層膜と、前記積層膜を挟む一対の電極とを含むスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドにおいて、

10 前記自由層は前記トンネル障壁層側に配置された bcc 強磁性膜と前記トンネル障壁層から遠い側に配置された fcc 強磁性膜との積層構造を有し、前記固定層は前記トンネル障壁層側に配置された bcc 強磁性膜と前記トンネル障壁層から遠い側に配置された fcc 強磁性膜との積層構造を有し、前記反強磁性膜は規則相の面心正方晶構造を有する反強磁性膜であることを特徴とするスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項 6】 磁気記録媒体と、前記磁気記録媒体に対して情報の書き込み又は読み出しを行う磁気ヘッドと、
20 前記磁気ヘッドを前記磁気記録媒体上の所定の位置へ移動させる磁気ヘッド駆動手段とを含む磁気記録再生装置において、

前記磁気ヘッドは、トンネル障壁層と、前記トンネル障壁層の一方の側に配置され前記トンネル障壁層側に配置された bcc 強磁性膜と前記トンネル障壁層から遠い側に配置された fcc 強磁性膜との積層構造を有し外部磁界に応じて磁化方向が自由に変化する強磁性膜からなる自由層と、前記トンネル障壁層の他方の側に配置され磁化方向が固定された bcc 強磁性膜からなる固定層と、
30 前記固定層に交換結合磁界を及ぼす不規則相を有する $CrMn$ 系反強磁性膜とを備える積層膜と、前記積層膜を挟む一対の電極とを含むスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッド、あるいはトンネル障壁層と、前記トンネル障壁層の一方の側に配置され前記トンネル障壁層側に配置された bcc 強磁性膜と前記トンネル障壁層から遠い側に配置された fcc 強磁性膜との積層構造を有し外部磁界に応じて磁化方向が自由に変化する強磁性膜からなる自由層と、前記トンネル障壁層の他方の側に配置され前記トンネル障壁層側に配置された bcc 強磁性膜と前記トンネル障壁層から遠い側に配置された fcc 強磁性膜との積層構造を有し磁化方向が固定された強磁性膜からなる固定層と、前記固定層に交換結合磁界を及ぼす規則相の面心正方晶構造を有する反強磁性膜とを備える積層膜と、前記積層膜を挟む一対の電極とを含むスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドを備えることを特徴とする磁気記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、スピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドと、該スピントンネル型磁気抵抗効

果ヘッドを使用し、情報を読み書きする磁気記録再生装置に関する。

【0002】

【従来の技術】スピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドは、(絶縁)障壁層によって分離された強磁性膜(1)と強磁性膜(2)を含む適切な物質上に形成された積層構造を含有する。代表的なスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドの積層構造は強磁性膜(1)/障壁層/強磁性膜(2)/反強磁性膜である。ここで、最上層が反強磁性膜、最下層が強磁性膜(1)であり、以下の積層膜もこのように表記する。強磁性膜のひとつ、強磁性膜(2)の磁化方向は、外部印加磁場ゼロで、強磁性膜(1)の磁化方向と垂直に固定されている。この強磁性膜(2)の磁化方向の固定は、反強磁性膜を隣接させ、反強磁性膜と強磁性膜(2)との交換結合により、強磁性膜(2)に一方向異方性エネルギーを付与することによりなされる。そのため、強磁性膜(2)は固定層と呼ばれており、本明細書においても、固定層なる表現を用いることにする。固定層の代表的な磁化の固定方向は浮上面と垂直な方向である。一方、強磁性膜(1)の磁化方向は、外部磁場によって自由に回転することができるために、自由層と呼ばれている。スピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドでは、磁性媒体から発生する磁界を印加磁界として、この磁界に応じて自由層の磁化方向が自由に回転し、その結果、固定層の磁化方向と自由層の磁化方向のなす角度に変化が生ずる。スピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドは、これら固定層と自由層の磁化方向のなす角度の変化に応じて電気抵抗が変化することを利用して磁性媒体からの磁気的信号を電気的信号に変換する磁気抵抗トランスデューサーである。

【0003】実用的なスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドが、Appl. Phys. Lett., 76, 2424 (2000)に記載されている。そこには、下部電極上に、外部磁界に応じて磁化方向が自由に変化するfcc(face-centered cubic structure: 面心立方構造)強磁性膜より構成される自由層と、AlO_xバリア層と、反強磁性膜により磁化方向が固定されるfcc強磁性膜より構成される固定層と、PtMn系反強磁性膜と、上部電極と、を含み、順次積層して構成されたスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドが記載されており、そのスピントンネル型磁気抵抗変化(以下、TMR比と呼ぶ。)は、約30%にも達すると述べられている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】記録密度の十分に高い磁気記録再生装置を実現するためには、従来構造より高出力なスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドを実現する必要がある。本発明の目的は、従来構造より高出力なスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドを提供することにある。本発明の他の目的は、そのようなスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドを用いた磁気記録再生装置を提供す

ることにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】スピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドのTMR比理論値は、 $2P_1P_2/(1-P_1P_2)$ で記述される。ここで、 P_1 、 P_2 は、障壁層に接している自由層(強磁性膜)、固定層(強磁性膜)のスピン分極率である。Appl. Phys. Lett., 76, 2424 (2000)では、自由層、固定層とともにfcc-Co₉₀Fe₁₀膜としている。図8に示すように、fcc-Co₉₀Fe₁₀膜のスピン分極率Pは0.35であり、TMR比 $=2P_1P_2/(1-P_1P_2)$ の関係式を用いると、TMR比は約28%と見積もられる。この理論値は前記文献記載の実験値約30%とよく一致している。このことから、TMR比は、理論値で議論しても問題はないと考えられ、以下では理論値を用いて説明を展開する。

【0006】TMR比 $=2P_1P_2/(1-P_1P_2)$ なる関係式から、スピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドのTMR比を向上させるためには、スピン分極率 P_1 、 P_2 を大きくすればよいことがわかる。一般に、スピン分極率Pは、fcc強磁性体よりもbcc(body-centered cubic structure: 体心立方構造)強磁性体の方が大きいことが知られている。このことから、従来構造より高出力なスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドとするためには、障壁層に接している、自由層、固定層のいずれか片方、あるいは両方をbcc強磁性体とすればよいことがわかる。しかしながら、従来構造よりも高出力なスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドとすべく、単に、自由層、固定層のいずれか片方、あるいは両方をbcc強磁性体とするだけでは、スピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドとして機能しない。

【0007】なぜならば、たとえば、自由層としてbcc強磁性膜を選択した場合には、bcc強磁性膜は軟磁気特性が悪いことから自由層として機能しないという問題が発生するからである。また、固定層としてbcc強磁性膜を選択した場合には、bcc強磁性膜と従来のスピナルブ型巨大磁気抵抗効果ヘッド(GMRヘッド)で採用されているPtMn系反強磁性膜との交換結合磁界は小さく、その結果、固定層として機能しないという問題も発生する。

【0008】従って、従来構造よりも高出力なスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドとすべく、bcc強磁性膜を採用したスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドを実現するためには、(1)障壁層に接している、自由層、固定層のいずれか片方、あるいは両方をbcc強磁性膜とした上で、(2)自由層としてbcc強磁性膜を選択した場合には、自由層の軟磁気特性を改善する手段を設ける、(3)固定層としてbcc強磁性膜を採用した場合には、bcc強磁性膜と十分に大きな交換結合磁界を確保できる手段を設ける、ことの3点を、同時に満足でき

る素子構造を実現する必要がある。本発明者らは、これら3点を満足できるヘッド構造を見出し、本発明を完成するに至った。

【0009】本発明によるスピントネル型磁気抵抗効果ヘッドは、また、トンネル障壁層と、トンネル障壁層の一方の側に配置され外部磁界に応じて磁化方向が自由に変化する強磁性膜からなる自由層と、トンネル障壁層の他方の側に配置され磁化方向が固定された強磁性膜からなる固定層と、固定層に交換結合磁界を及ぼす反強磁性膜とを備える積層膜と、前記積層膜を挟む一對の電極とを含むスピントネル型磁気抵抗効果ヘッドにおいて、固定層はbcc強磁性膜であり、反強磁性膜は不規則相を有するCrMn系反強磁性膜、より詳細には、不規則相のbcc-like構造を有するCrMn系反強磁性膜であることを特徴とする。

【0010】不規則相のbcc-like構造とはCrMn系反強磁性膜自身が有する自発歪みにより、bcc構造よりわずかに歪んだ構造をいう。具体的には、 c/a 比>1になっていることから、体心正方晶（body centered tetragonal: bct）構造のように歪んだ結晶構造をいい、不規則相のbcc-like構造を有するCrMn系反強磁性膜には、CrMnPt反強磁性膜、CrMnRh反強磁性膜、CrMnPd反強磁性膜、CrMnAu反強磁性膜、CrMnAg反強磁性膜、CrMnCo反強磁性膜、CrMnCu反強磁性膜が含まれる（不規則相のbcc-like構造を有するCrMn系反強磁性膜については、日本応用磁気学会誌 22, 1262-1267 (1998)参照）。

【0011】本発明によるスピントネル型磁気抵抗効果ヘッドは、また、トンネル障壁層と、トンネル障壁層の一方の側に配置され外部磁界に応じて磁化方向が自由に変化する強磁性膜からなる自由層と、トンネル障壁層の他方の側に配置され磁化方向が固定された強磁性膜からなる固定層と、固定層に交換結合磁界を及ぼす反強磁性膜とを備える積層膜と、前記積層膜を挟む一對の電極とを含むスピントネル型磁気抵抗効果ヘッドにおいて、固定層は前記トンネル障壁層側に配置されたbcc強磁性膜とトンネル障壁層から遠い側に配置されたfcc強磁性膜との積層構造を有し、反強磁性膜は規則相の面心正方晶構造を有する反強磁性膜であることを特徴とする。

【0012】規則相の面心正方晶（face centered tetragonal: fct）構造を有する反強磁性膜には、PtMn反強磁性膜、NiMn反強磁性膜、PdMn反強磁性膜、AuMn反強磁性膜、（PdPt）Mn反強磁性膜が含まれる。

【0013】本発明によるスピントネル型磁気抵抗効果ヘッドは、トンネル障壁層と、トンネル障壁層の一方の側に配置され外部磁界に応じて磁化方向が自由に変化する強磁性膜からなる自由層と、トンネル障壁層の他方

の側に配置され磁化方向が固定された強磁性膜からなる固定層と、固定層に交換結合磁界を及ぼす反強磁性膜とを備える積層膜と、前記積層膜を挟む一對の電極とを含むスピントネル型磁気抵抗効果ヘッドにおいて、自由層は前記トンネル障壁層側に配置されたbcc強磁性膜とトンネル障壁層から遠い側に配置されたfcc強磁性膜との積層構造を有することを特徴とする。

【0014】本発明によるスピントネル型磁気抵抗効果ヘッドは、また、トンネル障壁層と、トンネル障壁層の一方の側に配置され外部磁界に応じて磁化方向が自由に変化する強磁性膜からなる自由層と、トンネル障壁層の他方の側に配置され磁化方向が固定された強磁性膜からなる固定層と、固定層に交換結合磁界を及ぼす反強磁性膜とを備える積層膜と、前記積層膜を挟む一對の電極とを含むスピントネル型磁気抵抗効果ヘッドにおいて、自由層は前記トンネル障壁層側に配置されたbcc強磁性膜とトンネル障壁層から遠い側に配置されたfcc強磁性膜との積層構造を有し、固定層はbcc強磁性膜であり、反強磁性膜は不規則相を有するCrMn系反強磁性膜であることを特徴とする。

【0015】本発明によるスピントネル型磁気抵抗効果ヘッドは、また、トンネル障壁層と、トンネル障壁層の一方の側に配置され外部磁界に応じて磁化方向が自由に変化する強磁性膜からなる自由層と、トンネル障壁層の他方の側に配置され磁化方向が固定された強磁性膜からなる固定層と、固定層に交換結合磁界を及ぼす反強磁性膜とを備える積層膜と、前記積層膜を挟む一對の電極とを含むスピントネル型磁気抵抗効果ヘッドにおいて、自由層は前記トンネル障壁層側に配置されたbcc強磁性膜とトンネル障壁層から遠い側に配置されたfcc強磁性膜との積層構造を有し、固定層は前記トンネル障壁層側に配置されたbcc強磁性膜とトンネル障壁層から遠い側に配置されたfcc強磁性膜との積層構造を有し、反強磁性膜は規則相の面心正方晶構造を有する反強磁性膜であることを特徴とする。

【0016】以下に、本発明によるスピントネル型磁気抵抗効果ヘッドの好適例を列挙する。ただし、本発明は、この好適例だけに限定されるものではない。

（1）下部電極上に、外部磁界に応じて磁化方向が自由に変化するfcc強磁性膜とbcc強磁性膜より構成される自由層と、障壁層と、反強磁性膜により磁化方向が固定されるbcc強磁性膜より構成される固定層と、CrMn系反強磁性膜と、上部電極とを順次積層して構成されるスピントネル型磁気抵抗効果ヘッド。

【0017】（2）下部電極上に、外部磁界に応じて磁化方向が自由に変化するfcc強磁性膜とbcc強磁性膜より構成される自由層と、障壁層と、反強磁性膜により磁化方向が固定されるbcc強磁性膜とfcc強磁性膜より構成される固定層と、PtMn反強磁性膜と、上部電極とを順次積層して構成されるスピントネル型磁

気抵抗効果ヘッド。

【0018】(3) 下部電極上に、PtMn反強磁性膜と、反強磁性膜により磁化方向が固定されるfcc強磁性膜とbcc強磁性膜より構成される固定層と、障壁層と、外部磁界に応じて磁化方向が自由に変化するbcc強磁性膜とfcc強磁性膜より構成される自由層と、上部電極とを順次積層して構成されるスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッド。

【0019】(4) 下部電極上に、外部磁界に応じて磁化方向が自由に変化するfcc強磁性膜より構成される自由層と、障壁層と、反強磁性膜により磁化方向が固定されるbcc強磁性膜より構成される固定層と、CrMn系反強磁性膜と、上部電極とを順次積層して構成されるスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッド。

【0020】(5) 下部電極上に、外部磁界に応じて磁化方向が自由に変化するfcc強磁性膜より構成される自由層と、障壁層と、反強磁性膜により磁化方向が固定されるbcc強磁性膜とfcc強磁性膜より構成される固定層と、PtMn反強磁性膜と、上部電極とを順次積層して構成されるスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッド。

【0021】(6) 下部電極上に、PtMn反強磁性膜と、反強磁性膜により磁化方向が固定されるfcc強磁性膜とbcc強磁性膜より構成される固定層と、障壁層と、外部磁界に応じて磁化方向が自由に変化するfcc強磁性膜より構成される自由層と、上部電極とを順次積層して構成されるスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッド。

【0022】本発明による磁気記録再生装置は、磁気記録媒体と、磁気記録媒体に対して情報の書き込み又は読み出しを行う磁気ヘッドと、磁気ヘッドを磁気記録媒体上の所定の位置へ移動させる磁気ヘッド駆動手段とを含む磁気記録再生装置において、磁気ヘッドは、トンネル障壁層と、トンネル障壁層の一方の側に配置されトンネル障壁層側に配置されたbcc強磁性膜とトンネル障壁層から遠い側に配置されたfcc強磁性膜との積層構造を有し外部磁界に応じて磁化方向が自由に変化する強磁性膜からなる自由層と、トンネル障壁層の他方の側に配置され磁化方向が固定されたbcc強磁性膜からなる固定層と、固定層に交換結合磁界を及ぼす不規則相を有するCrMn系反強磁性膜とを備える積層膜と、積層膜を挟む一对の電極とを含むスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッド、あるいはトンネル障壁層と、トンネル障壁層の一方の側に配置されトンネル障壁層側に配置されたbcc強磁性膜とトンネル障壁層から遠い側に配置されたfcc強磁性膜との積層構造を有し外部磁界に応じて磁化方向が自由に変化する強磁性膜からなる自由層と、トンネル障壁層の他方の側に配置されトンネル障壁層側に配置されたbcc強磁性膜とトンネル障壁層から遠い側に配置されたfcc強磁性膜との積層構造を有し磁化方向

が固定された強磁性膜からなる固定層と、固定層に交換結合磁界を及ぼす規則相の面心正方晶構造を有する反強磁性膜とを備える積層膜と、積層膜を挟む一对の電極とを含むスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドを備えることを特徴とする。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

【実施例1】図1は、本発明によるスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドの構造例を示す拡大断面図である。このスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドは、下部電極500上に、外部磁界に応じて磁化方向が自由に変化するfcc強磁性膜101とbcc強磁性膜100より構成される自由層と、障壁層（バリア層）400と、反強磁性膜により磁化方向が固定されるbcc強磁性膜200より構成される固定層と、CrMnPt反強磁性膜300と、上部電極501とを含み、順次積層して構成される。素子両端部には、バルクハウゼンノイズを抑制するための、たとえば、アルミナ絶縁膜600/CoCrPtハード膜（硬磁性膜）700/アルミナ絶縁膜600を配置した。

【0024】代表的な材料、膜厚は、以下の通りである。下部電極500は、Ru膜より構成され、膜厚は50nmである。fcc強磁性膜101は、Ni₈₁Fe₁₉膜より構成され、膜厚は10nmである。bcc強磁性膜100はFe膜より構成され、膜厚は2nmである。バリア層400は、AlO_x膜より構成され、膜厚は0.8nmである。bcc強磁性膜200はFe膜より構成され、膜厚は3nmである。(CrMn)Pt₁₀(Cr:Mn=1:1)反強磁性膜300の膜厚は、20nmである。上部電極501は、Ru膜より構成され、膜厚は50nmである。

【0025】本実施例では、バリア層400に接している、bcc強磁性膜100（自由層）とbcc強磁性膜200（固定層）に、Fe膜を採用している。図7、8に示すように、Fe膜のスピン分極率Pは、0.40であり、TMR比38%が得られる。また、図7、8に示すように、bcc強磁性膜100（自由層）とbcc強磁性膜200（固定層）に、Ni₂₅Fe₇₅膜を採用した場合には、Ni₂₅Fe₇₅膜のスピン分極率Pは、0.47であることから、TMR比57%が得られる。このように、バリア層400に接している強磁性膜の両方をbcc強磁性膜とすることにより、従来技術よりも大きなTMR比を確保できる。

【0026】次に、自由層の軟磁気特性について説明する。一般に、bcc強磁性膜は、軟磁気特性があまりよくないことで知られている。よって、bcc強磁性膜単層では自由層として機能しない。本発明では、上述のように、bcc強磁性膜100の下側に軟磁気特性に優れたfcc強磁性膜101を配置している。自由層をfcc

c 強磁性膜/bcc 強磁性膜 2 層構成とすることで、軟磁気特性を確保した。

【0027】最後に、固定層の交換結合磁界について説明する。固定層をbcc 強磁性膜とした場合、従来のGMRヘッドで用いられているPtMn反強磁性膜をbcc 強磁性膜の上方に形成しても、十分な交換結合磁界が得られない。PtMn反強磁性膜はfct (face centered tetragonal) の結晶構造を有しており、bcc 強磁性膜上にはfct のPtMn反強磁性膜はエピタキシャル成長できないためである。

【0028】これに対し、図7に示すように、bcc 強磁性膜とCrMnPt反強磁性膜との交換結合により発生する一方向異方性エネルギー一定数 K_e は、約 $0.14 - 0.345 \text{ erg/cm}^2$ ($0.00014 - 0.000345 \text{ J/m}^2$) と大きく、ブロッキング温度 T_B も $320 - 380^\circ\text{C}$ と高い。たとえば、Fe膜3nmの場合、Fe膜とCrMnPt反強磁性膜との交換結合磁界 H_{ex} は、 $K_e = t M_s H_{ex}$ (t : 強磁性膜厚、 M_s : 強磁性膜の飽和磁化) なる関係式より換算すると、約 $300 - 700 \text{ Oe}$ ($3.77 - 8.79 \text{ A/m}$) であり、十分に大きい。よって、bcc 強磁性膜上にCrMnPt反強磁性膜を配置することで、十分な交換結合磁界を確保できる。

【0029】〔実施例2〕図2は、本発明によるスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドの他の構造例を示す拡大断面図である。このスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドは、下部電極500上に、外部磁界に応じて磁化方向が自由に変化するfcc 強磁性膜101とbcc 強磁性膜100より構成される自由層と、障壁層400と、反強磁性膜により磁化方向が固定されるbcc 強磁性膜200とfcc 強磁性膜201より構成される固定層と、PtMn反強磁性膜300と、上部電極501とを含み、順次積層して構成される。素子両端部には、バルクハウゼンノイズを抑制するための、たとえば、アルミナ絶縁膜600/CoCrPtハード膜700/アルミナ絶縁膜600を配置した。

【0030】代表的な材料、膜厚は、以下の通りである。下部電極500は、Ru膜より構成され、膜厚は50nmである。fcc 強磁性膜101は、Ni₈₁Fe₁₉膜より構成され、膜厚は10nmである。bcc 強磁性膜100はFe膜より構成され、膜厚は2nmである。バリア層400は、AlO_x膜より構成され、膜厚は0.8nmである。bcc 強磁性膜200は、Fe膜より構成され、膜厚は1.5nmである。fcc 強磁性膜201は、Co₉₀Fe₁₀膜より構成され、膜厚は1.5nmである。Pt₅₀Mn₅₀反強磁性膜300の膜厚は、20nmである。上部電極501は、Ru膜より構成され、膜厚は50nmである。

【0031】本実施例では、バリア層400に接している、bcc 強磁性膜100 (自由層) とbcc 強磁性膜

200 (固定層) に、Fe膜を採用している。図7、8に示すように、Fe膜のスピン分極率 P は、0.40であり、TMR比38%が得られる。また、図7、8に示すように、bcc 強磁性膜100 (自由層) とbcc 強磁性膜200 (固定層) に、Ni₂₅Fe₇₅膜を採用した場合には、Ni₂₅Fe₇₅膜のスピン分極率 P は、0.47であることから、TMR比57%が得られる。このように、バリア層に接している強磁性膜の両方をbcc 強磁性膜とすることにより、従来技術よりも大きなTMR比を確保できる。

【0032】次に、自由層の軟磁気特性について説明する。一般に、bcc 強磁性膜は、軟磁気特性があまりよくないことで知られている。よって、bcc 強磁性膜単層では自由層として機能しない。本発明では、上述のように、bcc 強磁性膜100の下側に軟磁気特性に優れるfcc 強磁性膜101を配置している。自由層をfcc 強磁性膜/bcc 強磁性膜 2 層構成とすることで、軟磁気特性を確保した。

【0033】最後に、固定層の交換結合磁界について説明する。固定層をbcc 強磁性膜とした場合、従来のGMRヘッドで用いられているPtMn反強磁性膜をbcc 強磁性膜の上方にダイレクトに形成しても、十分な交換結合磁界が得られない。PtMn反強磁性膜はfct の結晶構造を有しており、bcc 強磁性膜上にはfct のPtMn反強磁性膜はエピタキシャル成長できないためである。

【0034】これに対し、本実施例では、bcc 強磁性膜200とPtMn反強磁性膜300との間にfcc 強磁性膜201を介在させている。一般に、強磁性膜どうしの磁氣的結合は極めて強い。また、図7に示すように、fcc 強磁性膜とPtMn反強磁性膜との交換結合により発生する一方向異方性エネルギー一定数 K_e は、約 0.32 erg/cm^2 (0.00032 J/m^2) と大きく、ブロッキング温度 T_B も 380°C と高い。たとえば、bcc 強磁性膜200として1.5nmのFe膜、fcc 強磁性膜201として1.5nmのCo₉₀Fe₁₀膜を採用した場合、Fe/Co₉₀Fe₁₀膜とPtMn反強磁性膜との交換結合磁界 H_{ex} は、 $K_e = t M_s H_{ex}$ なる関係式より換算すると、約 695 Oe (8.73 A/m) であり、十分に大きい。よって、bcc 強磁性膜とPtMn反強磁性膜との間にfcc 強磁性膜を配置することで、十分な交換結合磁界を確保できる。

【0035】〔実施例3〕図3は、本発明によるスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドの他の構造例を示す拡大断面図である。このスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドは、下部電極500上に、PtMn反強磁性膜300と、反強磁性膜により磁化方向が固定されるfcc 強磁性膜201とbcc 強磁性膜200より構成される固定層と、障壁層400と、外部磁界に応じて磁化方向が自

10

20

30

40

50

由に変化するbcc強磁性膜100とfcc強磁性膜101より構成される自由層と、上部電極501とを含み、順次積層して構成される。素子両端部には、バルクハウゼンノイズを抑制するための、たとえば、アルミナ絶縁膜600/CoCrPtハード膜700/アルミナ絶縁膜600を配置した。

【0036】代表的な材料、膜厚は、以下の通りである。下部電極500は、Ru膜より構成され、膜厚は50nmである。Pt₅₀Mn₅₀反強磁性膜300の膜厚は、20nmである。fcc強磁性膜201は、Co₉₀Fe₁₀膜より構成され、膜厚は1.5nmである。bcc強磁性膜200は、Fe膜より構成され、膜厚は1.5nmである。バリア層400は、AlO_x膜より構成され、膜厚は0.8nmである。bcc強磁性膜100はFe膜より構成され、膜厚は2nmである。fcc強磁性膜101は、Ni₈₁Fe₁₉膜より構成され、膜厚は10nmである。上部電極501は、Ru膜より構成され、膜厚は50nmである。

【0037】本実施例では、バリア層400に接している、bcc強磁性膜100（自由層）とbcc強磁性膜200（固定層）に、Fe膜を採用している。図7、8に示すように、Fe膜のスピンの分極率Pは、0.40であり、TMR比38%が得られる。また、図7、8に示すように、bcc強磁性膜100（自由層）とbcc強磁性膜200（固定層）に、Ni₂₅Fe₇₅膜を採用した場合には、Ni₂₅Fe₇₅膜のスピンの分極率Pは、0.47であることから、TMR比57%が得られる。このように、バリア層に接している強磁性膜の両方をbcc強磁性膜とすることにより、従来技術よりも大きなTMR比を確保できる。

【0038】次に、自由層の軟磁気特性について説明する。一般に、bcc強磁性膜は、軟磁気特性があまりよくないことで知られている。よって、bcc強磁性膜単層では自由層として機能しない。本発明では、上述のように、bcc強磁性膜100の上側に軟磁気特性に優れたfcc強磁性膜101を配置している。自由層をbcc強磁性膜/fcc強磁性膜の2層構成とすることで、軟磁気特性を確保した。

【0039】最後に、固定層の交換結合磁界について説明する。固定層をbcc強磁性膜とした場合、従来のGMRヘッドで用いられているPtMn反強磁性膜上にbcc強磁性膜をダイレクトに形成しても、十分な交換結合磁界が得られない。PtMn反強磁性膜はfctの結晶構造を有しており、fctのPtMn反強磁性膜上にはbcc強磁性膜はエピタキシャル成長できないためである。

【0040】これに対し、本実施例では、PtMn反強磁性膜300とbcc強磁性膜200との中間にfcc強磁性膜201を介在させている。一般に、強磁性膜どうしの磁氣的結合は極めて強い。また、図7に示すよう

に、PtMn反強磁性膜とfcc強磁性膜との交換結合により発生する一方向異方性エネルギー定数K₀は、約0.32erg/cm² (0.00032J/m³)と大きく、ブロッキング温度T_Bも380℃と高い。たとえば、fcc強磁性膜201として1.5nmのCo₉₀Fe₁₀膜、bcc強磁性膜200として1.5nmのFe膜を採用した場合、PtMn反強磁性膜とCo₉₀Fe₁₀/Fe膜との交換結合磁界H_{ex}は、K₀=tM_SH_{ex}なる関係式より換算すると、約6950e (8.73A/m)であり、十分に大きい。よって、PtMn反強磁性膜とbcc強磁性膜との中間にfcc強磁性膜を配置することで、十分な交換結合磁界を確保できる。

【0041】〔実施例4〕図4は、本発明によるスピントネル型磁気抵抗効果ヘッドの他の構造例を示す拡大断面図である。このスピントネル型磁気抵抗効果ヘッドは、下部電極500上に、外部磁界に応じて磁化方向が自由に変化するfcc強磁性膜101より構成される自由層と、障壁層400と、反強磁性膜により磁化方向が固定されるbcc強磁性膜200より構成される固定層と、CrMnPt反強磁性膜300と、上部電極501とを含み、順次積層して構成される。素子両端部には、バルクハウゼンノイズを抑制するための、たとえば、アルミナ絶縁膜600/CoCrPtハード膜700/アルミナ絶縁膜600を配置した。

【0042】代表的な材料、膜厚は、以下の通りである。下部電極500は、Ru膜より構成され、膜厚は50nmである。fcc強磁性膜101は、Co₉₀Fe₁₀膜より構成され、膜厚は5nmである。バリア層400は、AlO_x膜より構成され、膜厚は0.8nmである。bcc強磁性膜200はFe膜より構成され、膜厚は3nmである。CrMnPt反強磁性膜300の膜厚は、20nmである。上部電極501は、Ru膜より構成され、膜厚は50nmである。

【0043】本実施例では、バリア層400に接している、fcc強磁性膜101（自由層）にCo₉₀Fe₁₀膜を、bcc強磁性膜200（固定層）にFe膜を採用している。図7、8に示すように、Co₉₀Fe₁₀膜、Fe膜のスピンの分極率Pは、0.35、0.40であり、TMR比33%が得られる。また、図7、8に示すように、fcc強磁性膜101（自由層）にCo₉₀Fe₁₀膜を、bcc強磁性膜200（固定層）にNi₂₅Fe₇₅膜を採用した場合には、Co₉₀Fe₁₀膜、Ni₂₅Fe₇₅膜のスピンの分極率Pは、0.35、0.47であることから、TMR比39%が得られる。このように、バリア層に接している強磁性膜の片方をbcc強磁性膜とすることにより、従来技術よりも大きなTMR比を確保できる。

【0044】自由層はfcc強磁性膜で構成しているので、軟磁気特性に問題はない。次に、固定層の交換結合

磁界について説明する。固定層をbcc強磁性膜とした場合、従来のGMRヘッドで用いられているPtMn反強磁性膜を、bcc強磁性膜の上方に形成しても、十分な交換結合磁界が得られない。PtMn反強磁性膜はfccの結晶構造を有しており、bcc強磁性膜上にはfccのPtMn反強磁性膜はエピタキシャル成長できないためである。

【0045】これに対し、図7に示すように、bcc強磁性膜とCrMnPt反強磁性膜との交換結合により発生する一方向異方性エネルギー定数 K_e は、約0.14-0.345 erg/cm² (0.00014-0.000345 J/m²) と大きく、ブロッキング温度 T_B も320-380℃と高い。たとえば、Fe膜3nmの場合、Fe膜とCrMnPt反強磁性膜との交換結合磁界 H_{ex} は、 $K_e = t M_s H_{ex}$ なる関係式より換算すると、約300-700 Oe (3.77-8.79 A/m) であり、十分に大きい。よって、bcc強磁性膜上にCrMnPt反強磁性膜を配置することで、十分な交換結合磁界を確保できる。

【0046】〔実施例5〕図5は、本発明によるスピントネル型磁気抵抗効果ヘッドの他の構造例を示す拡大断面図である。このスピントネル型磁気抵抗効果ヘッドは、下部電極500上に、外部磁界に応じて磁化方向が自由に変化するfcc強磁性膜101より構成される自由層と、障壁層400と、反強磁性膜により磁化方向が固定されるbcc強磁性膜200とfcc強磁性膜201より構成される固定層と、PtMn反強磁性膜300と、上部電極501とを含み、順次積層して構成される。素子両端部には、バルクハウゼンノイズを抑制するための、たとえば、アルミナ絶縁膜600/CoCrPtハード膜700/アルミナ絶縁膜600を配置した。

【0047】代表的な材料、膜厚は、以下の通りである。下部電極500は、Ru膜より構成され、膜厚は50nmである。fcc強磁性膜101は、Co₉₀Fe₁₀膜より構成され、膜厚は5nmである。バリア層400は、AlO_x膜より構成され、膜厚は0.8nmである。bcc強磁性膜200は、Fe膜より構成され、膜厚は1.5nmである。fcc強磁性膜201は、Co₉₀Fe₁₀膜より構成され、膜厚は1.5nmである。Pt₅₀Mn₅₀反強磁性膜300の膜厚は、20nmである。上部電極501は、Ru膜より構成され、膜厚は50nmである。

【0048】本実施例では、バリア層400に接している、fcc強磁性膜101（自由層）にCo₉₀Fe₁₀膜を、bcc強磁性膜200（固定層）にFe膜を採用している。図7、8に示すように、Co₉₀Fe₁₀膜、Fe膜のスピンス分極率Pは、0.35、0.40であり、TMR比33%が得られる。また、図7、8に示すように、fcc強磁性膜101（自由層）にCo₉₀Fe₁₀膜を、bcc強磁性膜200（固定層）に

Ni₂₅Fe₇₅膜を採用した場合には、Co₉₀Fe₁₀膜、Ni₂₅Fe₇₅膜のスピンス分極率Pは、0.35、0.47であることから、TMR比39%が得られる。このように、バリア層に接している強磁性膜の片方をbcc強磁性膜とすることにより、従来技術よりも大きなTMR比を確保できる。

【0049】自由層はfcc強磁性膜で構成しているので、軟磁気特性に問題はない。次に、固定層の交換結合磁界について説明する。固定層をbcc強磁性膜とした場合、従来のGMRヘッドで用いられているPtMn反強磁性膜をbcc強磁性膜の上方にダイレクトに形成しても、十分な交換結合磁界が得られない。PtMn反強磁性膜はfccの結晶構造を有しており、bcc強磁性膜上にはfccのPtMn反強磁性膜はエピタキシャル成長できないためである。

【0050】これに対し、本実施例では、bcc強磁性膜200とPtMn反強磁性膜300との間にfcc強磁性膜201を介在させている。一般に、強磁性膜どうしの磁気的結合は極めて強い。また、図7に示すように、fcc強磁性膜とPtMn反強磁性膜との交換結合により発生する一方向異方性エネルギー定数 K_e は、約0.32 erg/cm² (0.00032 J/m²) と大きく、ブロッキング温度 T_B も380℃と高い。たとえば、bcc強磁性膜200として1.5nmのFe膜、fcc強磁性膜201として1.5nmのCo₉₀Fe₁₀膜を採用した場合、Fe/Co₉₀Fe₁₀膜とPtMn反強磁性膜との交換結合磁界 H_{ex} は、 $K_e = t M_s H_{ex}$ なる関係式より換算すると、約695 Oe (8.73 A/m) であり、十分に大きい。よって、bcc強磁性膜とPtMn反強磁性膜との間にfcc強磁性膜を配置することで、十分な交換結合磁界を確保できる。

【0051】〔実施例6〕図6は、本発明によるスピントネル型磁気抵抗効果ヘッドの他の構造例を示す拡大断面図である。このスピントネル型磁気抵抗効果ヘッドは、下部電極500上に、PtMn反強磁性膜300と、反強磁性膜により磁化方向が固定されるfcc強磁性膜201とbcc強磁性膜200より構成される固定層と、障壁層400と、外部磁界に応じて磁化方向が自由に変化するfcc強磁性膜101より構成される自由層と、上部電極501とを含み、順次積層して構成される。素子両端部には、バルクハウゼンノイズを抑制するための、たとえば、アルミナ絶縁膜600/CoCrPtハード膜700/アルミナ絶縁膜600を配置した。

【0052】代表的な材料、膜厚は、以下の通りである。下部電極500は、Ru膜より構成され、膜厚は50nmである。Pt₅₀Mn₅₀反強磁性膜300の膜厚は、20nmである。fcc強磁性膜201は、Co₉₀Fe₁₀膜より構成され、膜厚は1.5nmである。bcc強磁性膜200は、Fe膜より構成され、膜

厚は1.5nmである。バリア層400は、 AlO_x 膜より構成され、膜厚は0.8nmである。fcc強磁性膜101は、 $\text{Co}_{90}\text{Fe}_{10}$ 膜より構成され、膜厚は5nmである。上部電極501は、Ru膜より構成され、膜厚は50nmである。

【0053】本実施例では、バリア層400に接している、fcc強磁性膜101（自由層）に $\text{Co}_{90}\text{Fe}_{10}$ 膜を、bcc強磁性膜200（固定層）に、Fe膜を採用している。図7、8に示すように、 $\text{Co}_{90}\text{Fe}_{10}$ 膜、Fe膜のスピンスピン分極率Pは、0.35、0.40であり、TMR比33%が得られる。また、図7、8に示すように、fcc強磁性膜101（自由層）に $\text{Co}_{90}\text{Fe}_{10}$ 膜を、bcc強磁性膜200（固定層）に $\text{Ni}_{25}\text{Fe}_{75}$ 膜を採用した場合には、 $\text{Co}_{90}\text{Fe}_{10}$ 膜、 $\text{Ni}_{25}\text{Fe}_{75}$ 膜のスピンスピン分極率Pは、0.35、0.47であることから、TMR比39%が得られる。このように、バリア層に接している強磁性膜の片方をbcc強磁性膜とすることにより、従来技術よりも大きなTMR比を確保できる。

【0054】次に、自由層はfcc強磁性膜で構成しているため、軟磁気特性に問題はない。最後に、固定層の交換結合磁界について説明する。固定層をbcc強磁性膜とした場合、従来のGMRヘッドで用いられているPtMn反強磁性膜上にbcc強磁性膜をダイレクトに形成しても、十分な交換結合磁界が得られない。PtMn反強磁性膜はfctの結晶構造を有しており、fctのPtMn反強磁性膜上にはbcc強磁性膜はエピタキシャル成長できないためである。これに対し、本実施例では、PtMn反強磁性膜300とbcc強磁性膜200との間にfcc強磁性膜201を介在させている。一般に、強磁性膜どうしの磁氣的結合は極めて強い。また、図7に示すように、PtMn反強磁性膜とfcc強磁性膜との交換結合により発生する一方向異方性エネルギー定数 K_e は、約 0.32 erg/cm^2 (0.00032 J/m^2)と大きく、ブロッキング温度 T_B も380℃と高い。たとえば、fcc強磁性膜201として1.5nmの $\text{Co}_{90}\text{Fe}_{10}$ 膜、bcc強磁性膜200として1.5nmのFe膜を採用した場合、PtMn反強磁性膜と $\text{Co}_{90}\text{Fe}_{10}$ /Fe膜との交換結合磁界 H_{ex} は、 $K_e = tM_s H_{ex}$ なる関係式より換算すると、約695Oe (8.73A/m)であり、十分に大きい。よって、PtMn反強磁性膜とbcc強磁性膜との間にfcc強磁性膜を配置することで、十分な交換結合磁界を確保できる。

【0055】〔実施例7〕図9は、本発明によるスピントネル型磁気抵抗効果ヘッドを用いた磁気ディスク装置の一例を示す概略図である。この例は、磁気記録装置としての磁気ディスク装置に本発明によるスピントネル型磁気抵抗効果ヘッドを適用した概要を示すものである。しかしながら、本発明のスピントネル型磁気抵抗

効果ヘッドは、たとえば、磁気テープ装置などのような磁気記録装置、あるいは光磁気ディスク装置等にも適用することが可能である。

【0056】図示した磁気ディスク装置は、同心円状のトラックとよばれる記録領域にデータを記録するための、ディスク状に形成された磁気記録媒体としての磁気ディスク10と、本発明によるスピントネル型磁気抵抗効果ヘッドからなり、上記データの読み取り、書き込みを実施するための磁気ヘッド18と、該磁気ヘッド18を支え磁気ディスク10上の所定位置へ移動させるアクチュエーター手段と、磁気ヘッド18が読み取り、書き込みするデータの送受信及びアクチュエーター手段の移動などを制御する制御手段とを含み構成される。

【0057】さらに、構成と動作について以下に説明する。少なくとも一枚の回転可能な磁気ディスク10が回転軸12によって支持され、駆動用モーター14によって回転させられる。少なくとも一個のスライダ16が、磁気ディスク10上に設置され、該スライダ16は、一個以上設けられており、読み取り、書き込みするための磁気ヘッド18を支持している。なお、図では、スライダ16上に位置する磁気ヘッド18を取り出して拡大して模式的に示している。

【0058】磁気ディスク10が回転すると同時に、スライダ16がディスク表面を移動することによって、目的とするデータが記録されている所定位置へアクセスされる。スライダ16は、ジンバル20によってアーム22にとりつけられる。ジンバル20はわずかな弾力性を有し、スライダ16を磁気ディスク10に密着させる。アーム22はアクチュエーター24に取り付けられる。

【0059】アクチュエーター24としてはボイスコイルモーター（以下、VCMと称す）がある。VCMは固定された磁界中に置かれた移動可能なコイルからなり、コイルの移動方向および移動速度等は、制御手段26からライン30を介して与えられる電気信号によって制御される。したがって、本実施例によるアクチュエーター手段は、例えば、スライダ16とジンバル20とアーム22とアクチュエーター24とライン30を含み構成されるものである。

【0060】磁気ディスクの動作中、磁気ディスク10の回転によってスライダ16とディスク表面の間に空気流によるエアベアリングが生じ、それがスライダ16を磁気ディスク10の表面から浮上させる。したがって、磁気ディスク装置の動作中、本エアベアリングはジンバル20のわずかな弾力力とバランスをとり、スライダ16は磁気ディスク表面にふれずに、かつ磁気ディスク10と一定間隔を保って浮上するように維持される。

【0061】通常、制御手段26はロジック回路、メモリ、及びマイクロプロセッサなどから構成される。そし

て、制御手段 26 は、各ラインを介して制御信号を送受信し、かつ磁気ディスク装置の種々の構成手段を制御する。例えば、モーター 14 はライン 28 を介し伝達されるモーター駆動信号によって制御される。

【0062】アクチュエーター 24 はライン 30 を介したヘッド位置制御信号及びシーク制御信号等によって、その関連する磁気ディスク 10 上の目的とするデータトラックへ選択されたスライダ 16 を最適に移動、位置決めするように制御される。

【0063】そして、制御信号 26 は、磁気ヘッド 18 が磁気ディスク 10 のデータを読み取り変換した電気信号を、ライン 32 を介して受信し解読する。また、磁気ディスク 10 にデータとして書き込むための電気信号を、ライン 32 を介して磁気ヘッド 18 に送信する。すなわち、制御手段 26 は、磁気ヘッド 18 が読み取りまたは書き込みする情報の送受信を制御している。

【0064】なお、上記の読み取り、書き込み信号は、磁気ヘッド 18 から直接伝達される手段も可能である。また、制御信号として例えばアクセス制御信号およびクロック信号などがある。さらに、磁気ディスク装置は複数の磁気ディスクやアクチュエーター等を有し、該アクチュエーターが複数の磁気ヘッドを有してもよい。

【0065】さらに、以上の実施例において説明した CrMnPt 反強磁性膜 300 は、不規則相を有する他の CrMn 系反強磁性膜、例えば CrMnRh、CrMnPd、CrMnAu、CrMnAg、CrMnCo、CrMnCu 反強磁性膜で置き換えても同様の効果が得られる。また、以上の実施例において説明した PtMn 反強磁性膜 300 は、規則相の面心正方晶 (fcc) 構造を有する他の反強磁性膜、例えば NiMn、PdMn、AuMn、(PdPt)Mn 反強磁性膜で置き換えても同様の効果が得られる。

【0066】さらに、上記実施例では、交換結合磁界を強磁性膜と反強磁性膜とのダイレクトな交換結合により確保したが、いわゆる強磁性膜/Ru/強磁性膜/CrMnPt、強磁性膜/Ru/強磁性膜/PtMn、あるいは CrMnPt/強磁性膜/Ru/強磁性膜、PtMn/強磁性膜/Ru/強磁性膜などとした積層フェリ構造で交換結合磁界を確保してもよい。

【0067】

【発明の効果】以上詳術したように本発明によると、

- (1) 障壁層に接している、自由層、固定層のいずれか一方、あるいは両方を bcc 強磁性膜とした上で、
- (2) 自由層として bcc 強磁性膜を選択した場合には、自由層の軟磁気特性を改善する手段を設ける、
- (3) 固定層として bcc 強磁性膜を採用した場合には、bcc 強磁性膜と十分に大きな交換結合磁界を確保

できる手段を設ける、ことの 3 点を、同時に満足できる bcc 強磁性膜を採用したスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッド構造が実現できる。これにより、TMR 比最大約 60% を実現できた。従って、従来構造より高出力なスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッド、さらには高記録密度磁気記録再生装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】自由層、固定層に bcc 強磁性膜を採用し、反強磁性膜に CrMnPt 膜を採用したスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドの拡大断面図。

【図 2】自由層、固定層に bcc 強磁性膜を採用し、反強磁性膜に PtMn 膜 (上置きタイプ) を採用したスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドの拡大断面図。

【図 3】自由層、固定層に bcc 強磁性膜を採用し、反強磁性膜に PtMn 膜 (下置きタイプ) を採用したスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドの拡大断面図。

【図 4】自由層に fcc 強磁性膜、固定層に bcc 強磁性膜を採用し、反強磁性膜に CrMnPt 膜を採用したスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドの拡大断面図。

【図 5】自由層に fcc 強磁性膜、固定層に bcc 強磁性膜を採用し、反強磁性膜に PtMn 膜 (上置きタイプ) を採用したスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドの拡大断面図。

【図 6】自由層に fcc 強磁性膜、固定層に bcc 強磁性膜を採用し、反強磁性膜に PtMn 膜 (下置きタイプ) を採用したスピントンネル型磁気抵抗効果ヘッドの拡大断面図。

【図 7】bcc-Co₉₀Fe₁₀、bcc-Fe、bcc-Ni₂₅Fe₇₅ のスピン分極率 P と、bcc 強磁性膜と CrMnPt 反強磁性膜との一方向異方性エネルギー一定数 K_u 及びブロッキング温度 T_B と、fcc 強磁性膜と PtMn 反強磁性膜との一方向異方性エネルギー一定数 K_u 及びブロッキング温度 T_B の説明図。

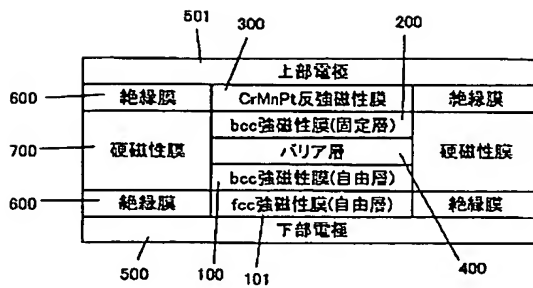
【図 8】各種材料のスピン分極率 P と、自由層、固定層の組み合わせの結果得られる TMR 比の説明図。

【図 9】本発明による磁気ディスク装置の概略説明図。

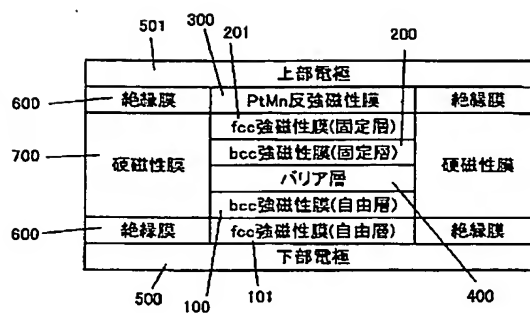
【符号の説明】

10…磁気ディスク、12…回転軸、14…モーター、16…スライダ、18…磁気ヘッド、20…ジンバル、22…アーム、24…アクチュエーター、26…制御手段、28、30、32…ライン、500…基板、100…bcc 強磁性膜 (自由層)、101…fcc 強磁性膜 (自由層)、200…bcc 強磁性膜 (固定層)、201…fcc 強磁性膜 (固定層)、300…CrMnPt 反強磁性膜、PtMn 反強磁性膜、400…バリア層、500…下部電極、501…上部電極、600…絶縁膜、700…ハード膜

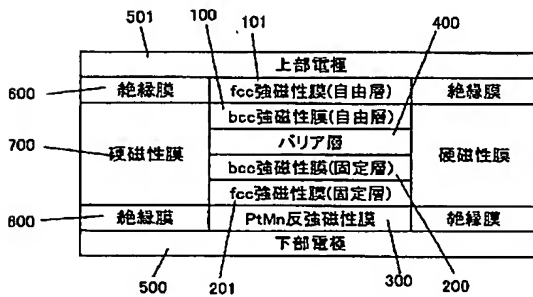
【図1】



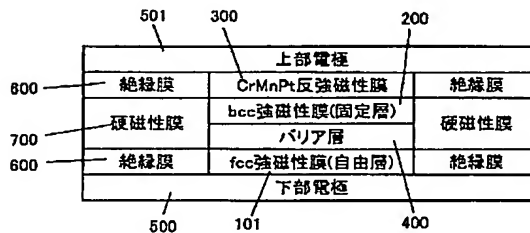
【図2】



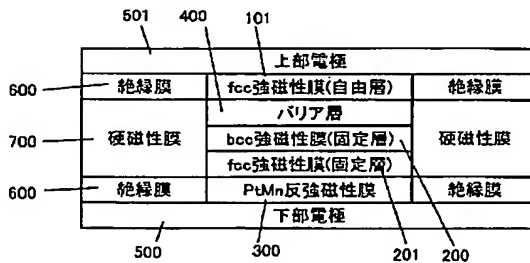
【図3】



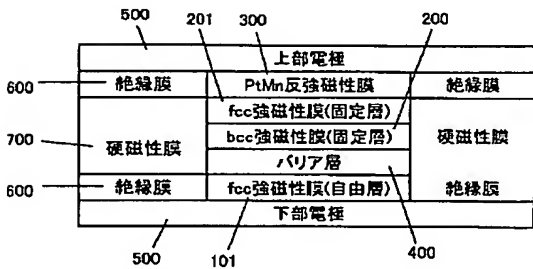
【図4】



【図6】



【図5】



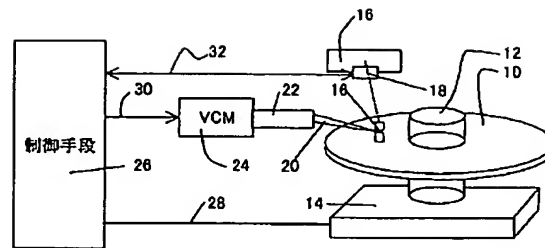
【図8】

【図7】

代表的な材料	スピント分極率 P	一方向異方性エネルギー定数 $K_u (\text{erg/cm}^2)$	ブロッキング温度 $T_B (^\circ\text{C})$
$\text{fcc-Co}_{90}\text{Fe}_{10}$	0.35	—	—
bcc-Fe	0.40	—	—
$\text{bcc-Ni}_{25}\text{Fe}_{75}$	0.47	—	—
AF-CrMnPt_{10}	—	0.14-0.345	320-380
$\text{AF-Pt}_{50}\text{Mn}_{50}$	—	0.32	380

代表的な材料		スピント分極率		MR比 $2P_1P_2/1-P_1P_2$
自由層	固定層	P_1 (自由層)	P_2 (固定層)	
$\text{fcc-Co}_{90}\text{Fe}_{10}$	$\text{fcc-Co}_{90}\text{Fe}_{10}$	0.35	0.35	28%
$\text{fcc-Co}_{90}\text{Fe}_{10}$	bcc-Fe	0.35	0.40	33%
$\text{fcc-Co}_{90}\text{Fe}_{10}$	$\text{bcc-Ni}_{25}\text{Fe}_{75}$	0.35	0.47	39%
bcc-Fe	bcc-Fe	0.40	0.40	38%
$\text{bcc-Ni}_{25}\text{Fe}_{75}$	$\text{bcc-Ni}_{25}\text{Fe}_{75}$	0.47	0.47	57%

【図 9】



フロントページの続き

(72)発明者 早川 純
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

Fターム(参考) 2G017 AA01 AB07 AD54
5D034 BA02 BA03 BA04 BA05 CA06
CA08
5E049 AA01 AA07 AA09 AC00 AC05
BA12 CB01